

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Tomislav Hundrić

ANALIZA UČINKOVITOSTI PROCESA PRIJEVOZA
OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA UČINKOVITOSTI PROCESA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU EFFICIENCY ANALYSIS OF ROAD TRANSPORT PROCESSES OF DANGEROUS GOODS

Mentor: mr. sc. Veselko Protega

Student: Tomislav Hundrić

JMBAG: 0135224856

Zagreb, rujan 2016.

ANALIZA UČINKOVITOSTI PROCESA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU

SAŽETAK

Promet opasnih tvari cestovnim putem prevladava, ne samo u Republici Hrvatskoj već i puno šire. Opasne tvari na temelju njihove prirode su opasne za javnu sigurnost ili red, te od mjesta proizvodnje do mjesta uporabe moraju biti brižno pripremljene za transport radi sigurnosti ljudskih života i zaštite okoliša. Od velike je važnosti da se svi radni procesi obavljaju sukladno propisima, posebice pravilno označavanje vozila za prijevoz opasnih tvari, jer se na taj način informiraju svi sudionici prometa. Kako bi se povećala sigurnost u prometu, potrebno je da se svi sudionici u procesu kvalitetno educiraju kako bi bolje shvatili opasnosti koje se pojavljuju pri prijevozu opasnih tvari. Svrha rada je upozoriti na složenost prijevoza opasnih tvari koje svakodnevno susrećemo u cestovnom prometu, te je to prikazano na više primjera prijevoza goriva za mlazne motore jet A-1.

EFFICIENCY ANALYSIS OF ROAD TRANSPORT PROCESSES OF DANGEROUS GOODS

KLJUČNE RIJEČI: opasne tvari; zapaljive tekućine; prijevoz robe; prijevozna sredstva; sigurnost prijevoza.

SUMMARY

Transport of dangerous goods by road is prevalent, not only in Croatia but also much wider. Dangerous goods based on their nature are dangerous to public security or order, from the place of production to the place of use they must be carefully prepared for transport for the safety of human lives and the protection of the environment. It's essential that all work processes are carried out in accordance with regulations, in particular, proper labeling of vehicles for the transport of dangerous goods, because this way all participants in traffic are informed. In order to increase traffic safety, it's necessary that all participants in process of transport are well educated in order to better understand the dangers that can occur during transport of dangerous goods. The purpose of this study is to demonstrate the complexity of the transport of dangerous goods that we're meeting on the daily basis on the road, and it's shown in more examples of transporting fuel for jet engines Jet A-1.

KEYWORDS: dangerous goods; flammable liquids; transporting goods; means of transport; transport security.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PRAVNA REGULATIVA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU	3
2.1. Zakon o prijevozu opasnih tvari	3
2.2. Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima	4
2.3. ADR	5
2.3.1. Prilog A - Opće odredbe i odredbe u svezi opasnih tvari predmeta	6
2.3.2. Prilog B - Odredbe o prijevoznoj opremi i prijevoznim radnjama	7
2.3.3. Izuzeća pri kojima se odredbe ADR-a ne primjenjuju	7
3. OBILJEŽJA NAFTNIH DERIVATA KAO PRIJEVOZNOG SUPSTRATA	8
3.1. KLASA 3 – Zapaljive tekućine	8
3.2. Naftni derivati	10
3.2.1. Fizička i kemijska svojstva sirove nafte	10
3.2.2. Prerada nafte	10
3.2.3. Proizvodi prerade nafte – naftni derivati	12
3.2.4. Djelovanje naftnih derivata na čovjeka i okoliš	14
4. OPIS TEHNIČKIH ZNAČAJKI GLAVNIH ELEMENATA TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA	17
4.1. Značajke supstrata kao podustava tehnologije prometa	18
4.2. Značajke infrastrukturnih elemenata	19
4.2.1. Prometnice	20
4.2.2. Terminali	22
4.3. Značajke manipulacijskih sredstava	24
4.3.1. Zahtjevi za sigurnošću pri prijevozu, utovaru i istovaru	25
4.3.2. Sigurnosne mjere na auto i/ili vagon punilištima zapaljivih tvari	27
4.3.2.1. Zabrane i ograničenja na punilištima	27
4.3.2.2. Sigurnosne mjere koje se provode na punilištima	27
4.3.2.3. Ostale mjere sigurnosti koje se provode na punilištu	28
4.4. Značajke prijevoznih sredstava	29
4.4.1. Vozila za prijevoz opasnih tvari	29
4.4.2. Vrste cisterni	32
4.4.3. Obavezna oprema za zaštitu koja mora biti na/u vozilu	32
4.4.4. Označavanje i obilježavanje vozila za prijevoz opasnih tvari	33

4.4.4.1.	Pločice opasnosti	33
4.4.4.2.	Listice opasnosti	34
4.4.4.3.	Dopunsko označavanje i opremanje vozila	36
4.4.5.	Odgovornosti i osposobljavanja vozača prema odredbama ADR-a	36
4.5.	Aktivnosti planiranja i pripreme procesa prijevoza opasnih tvari	38
4.5.1.	Dokumentacija potrebna pri prijevozu opasnih tvari	39
4.5.2.	Obveze glavnih sudionika	40
4.5.3.	Sigurnosne odredbe	43
4.5.4.	Uzroci nesreća pri prijevozu opasnih tvari	44
4.5.5.	Tvari koje ne smiju biti prihvaćene za prijevoz	45
5.	ANALIZA UČINKOVITOSTI PROCESA PRIJEVOZA NAFTNIH DERIVATA U REPUBLICI HRVATSKOJ	46
5.1.	Svojstva mlaznih goriva	46
5.2.	Prikaz itinerara kretanja prijevoznih sredstava	47
5.3.	Detaljna analiza pojedinih procesa – obrta	52
5.4.	Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava	54
5.4.1.	Koeficijenti vremenske analize α_{ad} i α_v	55
5.4.2.	Koeficijenti prijeđenog puta β i β_n	56
5.4.3.	Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti γ_s i γ_d	57
5.5.	Prikaz rezultata djelovanja prijevoznih sredstava	58
6.	ZAKLJUČAK	61
	Literatura	63
	Popis slika	65
	Popis tablica	66
	Popis grafikona	66

1. UVOD

Opasnim tvarima smatraju se tvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazvati zagađenje okoliša ili nanijeti materijalnu štetu, te imaju opasna svojstva za ljudsko zdravlje i okoliš. Zbog toga, opasne tvari moraju biti pravilno pripremljene za prijevoz, odnosno osigurane od neželjenog rasipanja ili neželjene reakcije tvari s drugim materijalima u dodiru. Opasne tvari moraju biti osigurane za sigurno rukovanje, utovar, istovar kao i zaštićene od vanjskih utjecaja. Prijevoz opasnih tvari zahtjeva veće mjere opreza nego prijevoz ostalih standardnih roba, te treba obratiti veliku važnost na njihovo pravilno pakiranje i skladištenje.

Predmet istraživanja u ovom završnom radu je prijevoz opasnih tvari na primjeru naftnih derivata u cestovnom prometu. Iznijeti su glavni problemi koji se pojavljuju u prijevozu opasnih tvari i uzroci nesreća pri prijevozu. Sukladno tome nastoji se utvrditi i definirati sigurnost prilikom prijevoza opasnih tvari, te njihova svojstva, značajke i utjecaj na čovjeka i okoliš. Prijevozu opasnih tvari treba pridodati posebnu pozornost, pomno odabirati adekvatna prijevozna sredstva, te odgovarajuća sredstva i potrebne mjere rukovanja i opreza pri manipulaciji. Također treba izučavati prostor, okoliš i prometnice na kojima se smije obavljati prijevoz, te je potrebno imati kvalitetno educirano osoblje koje se nalazi u neposrednom dodiru s opasnim tvarima.

Cilj rada je upozoriti na složenost prijevoza opasnih tvari koje svakodnevno susrećemo u cestovnom prometu. Potrebno je upozoriti na moguće nesreće te upoznati sudionike s načinima postupanja u slučaju nezgode, jer one mogu imati katastrofalne posljedice za zdravlje ljudi i ostaviti štetno djelovanje na prirodu. Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu reguliran je mnogim međunarodni propisima o prijevozu opasnih tvari, kojima je utvrđena klasifikacija, način označavanja i uvjeti kojih se treba pridržavati tijekom prijevoza. Najveću važnost ima ADR (Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu) te se ostali zakoni njemu prilagođavaju.

Naslov završnog rada je: **Analiza učinkovitosti procesa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu**, te je rad podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod,
2. Pravna regulativa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu,
3. Obilježja naftnih derivata kao prijevoznog supstrata,
4. Opis tehničkih značajki glavnih elemenata tehnologije prijevoza,
5. Analiza učinkovitosti procesa prijevoza naftnih derivata u Republici Hrvatskoj,
6. Zaključak.

U drugom poglavlju su navedeni i pojašnjeni zakoni i pravilnici koji reguliraju prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj, te se navode izuzeća pri kojima se isti zakoni ne primjenjuju.

Treće poglavlje određuje klasifikaciju naftnih derivata prema ADR-u, te opisuje svojstva te klase. Također su objašnjenja osnovna i posebna svojstva naftnih derivata kao predmeta prijevoza.

Četvrto poglavlje opisuje značajke glavnih elemenata tehnologije prijevoza. Navedene su prometnice kojima je dozvoljen prijevoz opasnih tvari u RH, opisana su prijevozna sredstva koja se koriste u prijevoznom procesu i navedeni su načini pravilnog označavanja ambalaže i prijevoznog sredstva. Objašnjene su sigurnosne mjere na punilištima cisterni kako bi se u što većoj mjeri spriječila mogućnost pojava nesreća. Također su navedene i objašnjene sve aktivnosti planiranja i pripreme procesa prijevoza opasnih tvari.

U petom poglavlju prikazano je više realnih primjera procesa prijevoza goriva za mlazne motore jet A-1, te je provedena analiza vremenskih, prostornih i kapacitivnih djelovanja prijevoznih sredstva.

2. PRAVNA REGULATIVA PRIJEVOZA OPASNIH TVARI U CESTOVNOM PROMETU

Opasnim tvarima smatraju se tvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazvati zagađenje okoliša ili nanijeti materijalnu štetu, koje imaju opasna svojstva za ljudsko zdravlje i okoliš, koja su kao takve definirane zakonima, drugim propisima, te međunarodnim ugovorima, koje na temelju njihove prirode ili svojstava i stanja, a u vezi s prijevozom mogu biti opasne za javnu sigurnost ili red ili koje imaju dokazana toksične, nagrizajuće, nadražujuće, zapaljive, eksplozivne ili radioaktivne učinke, odnosno, opasnim tvarima smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasnih tvari i otpadi ako imaju svojstva opasnih tvari. [1]

Prijevoz opasnih tvari zahtjeva veće mjere opreza nego što je to pri pakiranju i skladištenju. U prijevozu postoje i dodatni rizici, kao što su djelovanje promjenjivih sila, promjene klime te eventualne prometne nezgode koje mogu izazvati prave katastrofe uzrokovane djelovanjem opasnih tvari. Stoga postoje mnogi međunarodni propisi o prijevozu opasnih tvari, kojima je utvrđena klasifikacija, način označavanja i uvjeti kojih se mora pridržavati tijekom prijevoza.

Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu u RH reguliraju sljedeći zakoni i pravilnici:

- Zakon o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07)
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 105/04)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)
- ADR - Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (NN MU 11/08, 06/09, 02/11, 3/13)
- Pravilnik o prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (NN 54/95 i NN 53/06)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima kojima moraju udovoljavati pravne osobe koje stručno osposobljavaju vozače motornih vozila za prijevoz opasnih tvari i osobe koje sudjeluju u prijevozu opasnih tvari (NN 24/95)
- Pravilnik o stručnom osposobljavanju vozača motornih vozila za prijevoz opasnih tvari i osoba koje sudjeluju u prijevozu opasnih tvari (NN 24/95)
- Pravilnik o sigurnosnom savjetniku (NN 144/05).

2.1. Zakon o prijevozu opasnih tvari

Zakon o prijevozu opasnih tvari donesen je i usvojen u Hrvatskom saboru 2007. godine, (Narodne novine 79/07), a stupio je na snagu 01. siječnja 2008. godine. Zakonom je implementiran Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR) kao i pripadajući Prilozi A i B u zakonodavstvo Republike Hrvatske. [1]

Cilj usklađivanja je smanjenje rizika od onečišćenja na što manju moguću mjeru kao i smanjenje broja nesreća s opasnim tvarima, te izjednačenost propisa u svim državama potpisnicama Europskog sporazuma o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR). [1]

Priprema, usklađivanje i provedba propisa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj u nadležnosti je Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture.

Zakonom o prijevozu opasnih tvari propisuju se uvjeti za prijevoz upojedinim granama prometa, obveze osoba koje sudjeluju u prijevozu, uvjeti zaambalažu i vozila, uvjeti za imenovanje sigurnosnih savjetnika, te prava i dužnosti,nadležnost i uvjeti za provođenje osposobljavanja osoba koje sudjeluju u prijevozu,nadležnost državnih tijela u vezi s tim prijevozom te nadzor nad provođenjemzakona. Svrha zakona je siguran prijevoz opasnih tvari bez ugrožavanja sigurnosti izdravlja ljudi te okoliša. [1]

Odredbe ovoga Zakona ne primjenjuju se na prijevoz opasnih tvari u Oružanim snagama Republike Hrvatske, kao i na prijevoz opasnih tvari na teritoriju Republike Hrvatske koji obavljaju međunarodne vojne organizacije ili vozila oružanih snaga drugih država na temelju ugovora. Propis o prijevozu opasnih tvari u Oružanim snagama Republike Hrvatske donosi ministar obrane. [1]

Ovaj se Zakon primjenjuje na prijevoz opasnih tvari:

- u cestovnom prometu,
- u željezničkom prometu,
- prometu unutarnjim vodama i
- u zračnom prometu.

2.2. Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima

I. Temeljne odredbe

U Zakonu o zapaljivim plinovima i tekućinama, članakom 1. utvrđuju se uvjeti za izgradnju građevina i postrojenja za držanje, skladištenje i promet zapaljivih tekućina i plinova, uvjeti držanja, skladištenja i prometa zapaljivim tekućinama i plinovima, uvjeti za obavljanje poslova skladištenja zapaljivih tekućina i plinova, načela za provedbu mjera zaštite od požara i eksplozija pri gradnji i uporabi građevina i postrojenja i držanju, skladištenju i prometu zapaljivim tekućinama i plinovima te provedba nadzora nad tim mjerama. [1]

II ZAPALJIVE TEKUĆINE

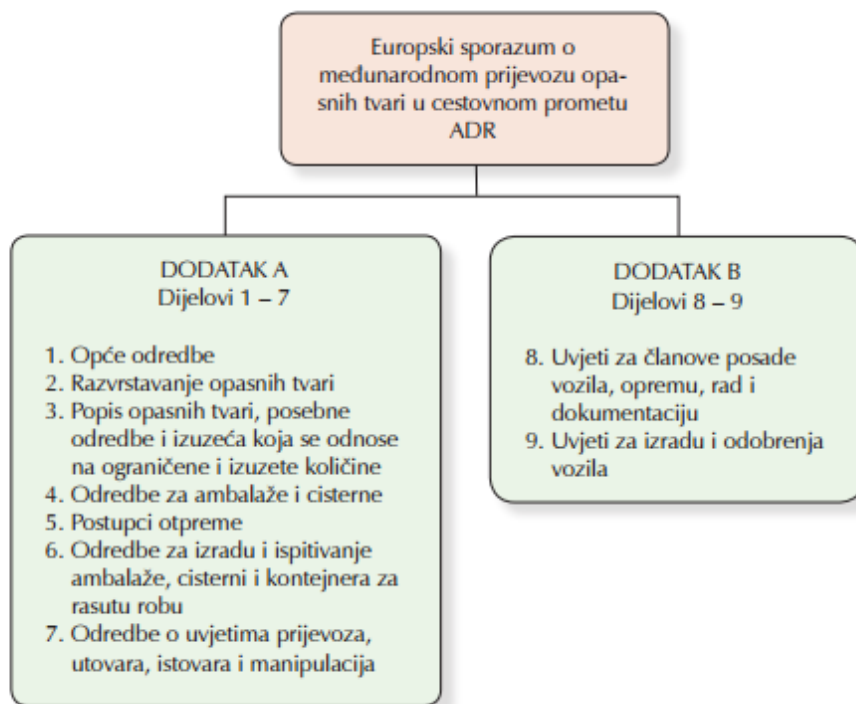
Članak 5. govori o postupku pri stavljanje u promet zapaljivih tekućina:

- 1) Prije stavljanja zapaljivih tekućina u promet, proizvođač, odnosno uvoznik obvezan je utvrditi grupu zapaljivih tekućina prema temperaturi plamišta, kategoriju i stupanj opasnosti od požara prema važećim normama, te izraditi upute za sigurno skladištenje, držanje i prometovanje,
- 2) Na posudama koje sadrže zapaljive tekućine, kad se stavljaju u prodaju, moraju biti ispisani podaci o vrsti i količini zapaljive tekućine na hrvatskom jeziku, te podaci iz stavka 1. ovoga članka na kvalitetno otiskanoj i zalijepljenoj naljepnici ili otiskani na samoj uputi,
- 3) Odredba stavka 2. ovoga članka ne odnosi se na posude koje sadrže zapaljive tekućine namijenjene prehrani,
- 4) Posude koje sadrže zapaljive tekućine moraju biti izrađene od odgovarajućeg materijala i na način predviđen propisima i hrvatskim normama,
- 5) Bočice koje sadrže upaljive (lako upaljive) tekućine moraju biti izrađene od materijala otpornog na tekućine koju sadrže i koje su označene jasnim znakovima opasnosti od požara i tekstom upozorenja za sigurnu uporabu i držanje na hrvatskom jeziku,
- 6) Kada se isporuka zapaljivih tekućina ne obavlja u posudama ili bočicama, isporučitelj je dužan kupcu dati podatke i upute iz stavka 1. ovoga članka. [1]

2.3. ADR

Za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu primjenjuje se Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road - ADR) s njegovim sastavnim dijelovima, prilogima A i B i aktom o notifikaciji (N.N. Međunarodni ugovori, br. 11/08).

Sporazum ADR potpisan je 30. rujna 1957. u Ženevi, a detaljna pravila tj. prilozi A i B stupili su na snagu 29. siječnja 1969. godine. Dodaci se i dalje dopunjuju te ažuriraju svake dvije godine (neparne). Sporazum ADR sastoji se od 17 članaka te priloga A i B, a ti prilozi sadrže detaljna pravila i načine postupanja s opasnim tvarima. [2]



Slika 1. Struktura ADR-a, [2]

2.3.1. Prilog A - Opće odredbe i odredbe u svezi opasnih tvari predmeta

Prilog A poimenice navodi koje se opasne tvari mogu prevoziti u međunarodnom transportu i načine opisivanja opasnih tvari u popratnim dokumentima za transport koje pošiljatelj mora poštivati.

Prilog A sadrži propise o opasnim tvarima i predmetima:

- dio 1. - Definicije i opće odredbe,
- dio 2. - Klasifikacija,
- dio 3. - Popis opasnih tvari, posebne odredbe i izuzeća koja se odnose na ograničene i izuzete količine,
- dio 4. - Odredbe za ambalaže i cisterne,
- dio 5. - Postupci otpreme,
- dio 6. - Odredbe za izradu i ispitivanje ambalante IBC, cisterni i kontejnera za rasutu robu,
- dio 7. – Odredbe.

U dodacima Priloga A, objavljena su pravila ispitivanja tvari, posuda za prijevoz opasnih tvari, ambalaža i listića opasnosti. [3]

2.3.2. Prilog B - Odredbe o prijevoznoj opremi i prijevoznim radnjama

Prilog B navodi pravila koja se odnose na vozila za prijevoz opasnih tvari i načine postupanja pri obavljanju transportnih radnji za koje je odgovoran prijevoznik.

Prilog B sadrži propise o opremi vozila, načinu prijevoza, zaštiti i sigurnosti, a sadrži:

- dio 8. - Uvjeti za članove posade vozila, otpremu, rad i dokumentaciju,
- dio 9. - Uvjeti o izradbi i odobrenju vozila.

U njemu su objavljeni zahtjevi u vezi s opremom vozila i posude u kojima se prevoze opasne tvari, s njihovom kvalitetom, oznakama vozila, pakiranjem robe, i uvjerenja o osposobljenosti vozila, vozača i posade vozila.

U cilju povezivanja, jednoznačnosti i slobodne trgovine EU, članice su usvojile nacionalnim zakonima odredbe priloga A i B sporazuma ADR. [3]

2.3.3. Izuzeća pri kojima se odredbe ADR-a ne primjenjuju

Izuzeća pri kojima se odredbe ADR-a ne primjenjuju su slijedeća:

- kada privatne osobe prevoze opasne tvari prikladno upakirane za maloprodaju,
- pri prijevozu strojeva i opreme koji nisu na popisu ADR predmeta,
- pri prijevozu hitnih službi pri hitnim intervencijama,
- pri prijevozu koji poduzimaju interventne službe za sanaciju nesreća s opasnim tvarima,
- pri prijevozu plina koji služi za vlastiti pogon vozila,
- pri prijevozu plinova sadržanih u hrani ili napitcima,
- pri prijevozu goriva u koje služi za vlastiti pogon, i
- pri prijevozu vozila ili plovila sa spremnicima goriva u kojima je pogonsko gorivo. [3]

3. OBILJEŽJA NAFTNIH DERIVATA KAO PRIJEVOZNOG SUPSTRATA

Europskim sporazumom o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR), sve opasne tvari (opasne tvari i predmeti koji sadrže opasne tvari) podijeljene su u devet grupa:

- klasa 1 - eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivnom,
- klasa 2 - stlačeni plinovi, tekući plinovi ili pod tlakom otopljeni plinovi,
- klasa 3 - zapaljive tekućine,
- klasa 4.1 - zapaljive krute tvari, samoreaktivne tvari i desenzibilizirani kruti eksplozivi,
- klasa 4.2 - tvari sklone spontanom samozapaljenju,
- klasa 4.3 - tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove,
- klasa 5.1 - oksidirajuće tvari,
- klasa 5.2 - organski peroksidi,
- klasa 6.1 - otrovne tvari,
- klasa 6.2 - infektivne tvari,
- klasa 7 - radioaktivne tvari,
- klasa 8 - korozivne (nagrizajuće) i nadražujuće tvari
- klasa 9 - ostale opasne tvari i predmeti. [4]

Naftni derivati se u skladu sa navedenom podjelom u klase opasnih tvari svrstavaju u klasu 3 – Zapaljive tekućine.

3.1. **KLASA 3 – Zapaljive tekućine**

Zapaljive tekućine su tvari koje imaju penetraciju veću od 300 jedinica penetracije (1/10 mm) određenu prema normi za metode ispitivanja bitumena HRN U.M8.010 i čiji je tlak pare na 50°C manji od 300 kPa (3 bara). Dije se prema temperaturi plamišta na lako zapaljive tekućine čija je temperatura plamišta jednaka ili manja 38°C i gorive tekućine čija je temperatura plamišta iznad 38°C. [3]

Podjela zapaljivih tekućina prema ADR-u:

- F - Zapaljive tekućine bez dodatnog rizika:
 - F1 - zapaljive tekućine čija je temperatura plamišta ispod 60°C,
 - F2 - zapaljive tekućine čija je temperatura plamišta iznad 60°C, a koje se prevoze na ili iznad temperature plamišta,
- FT - Otrovnost zapaljivih tekućina:
 - FT1 - otrovne zapaljive tekućine,
 - FT2 - pesticidi,
- FC - korozivne zapaljive tekućine,

- FTC - otrovne i korozivne zapaljive tekućine,
- D - tekući desenzibilirani eksplozivni. [3]



Slika 2. Oznaka klase 3, [5]

Uglavnom se kod tekućih zapaljivih goriva radi o organskim tvarima i njihovim smjesama (kao što su nafta i naftni derivati). Oni čine u ukupnom prijevozu preko 80% svih opasnih tvari (goriva se ubrajaju u opasne tvari). Lakozapaljive-opasne tekućine (npr. benzin, aceton) imaju plamište ispod 23°C, a zapaljive-manje opasne tekućine, u koje spadaju npr. dizel-gorivo i kerozin, imaju plamište između 23°C i 61°C. Pesticidi, ljepila, smole i alkoholi mogu biti kako lakozapaljivi, tako i zapaljivi.

Zapaljive tekućine općepoznatih značajki su:

- goriva za prometna sredstva koja se prodaju na benzinskim postajama,
- ulje za loženje i
- tekućine za prehranu. [6]

Opasnost ove klase su zapaljivost, otrovnost i opasnost od nagrizanja, a osnovna svojstva su:

- Vrelište - što je viša temperatura, to je isparavanje brže i na jednoj određenoj temperaturi, kada je tlak para tekućine jednak atmosferskom tlaku, nastajat će pare i u unutrašnjosti tekućine, a ne samo na površini. Ta temperatura zove se vrelište. Vrelište je bitno svojstvo zapaljivih tekućina budući da same tekućine nisu toliko opasne koliko su opasne njihove pare.
- Brzina isparavanja - je odnos vremena potrebnog za isparavanje jednog volumena tekućine u odnosu na vrijeme potrebno za isparavanje istog volumena etilnog etera. Što je broj isparavanja manji, to je tekućina opasnija jer će se brže nakupljati pare iznad površine tekućine, a time i nastati opasne koncentracije.

- Plamište - je najniža temperatura pri kojoj se iznad površine zapaljive tekućine stvori najmanja potrebna količina para da se one mogu zapaliti ako se prinese neki izvor paljenja uz dovoljnu količinu kisika. Plamište neke tekućine je vrlo važan podatak za procjenu opasnosti od požara eksplozija. Što je plamište neke tekućine niže, opasnost od nastajanja eksplozivnih smjesa je veća.

3.2. Naftni derivati

3.2.1. Fizička i kemijska svojstva sirove nafte

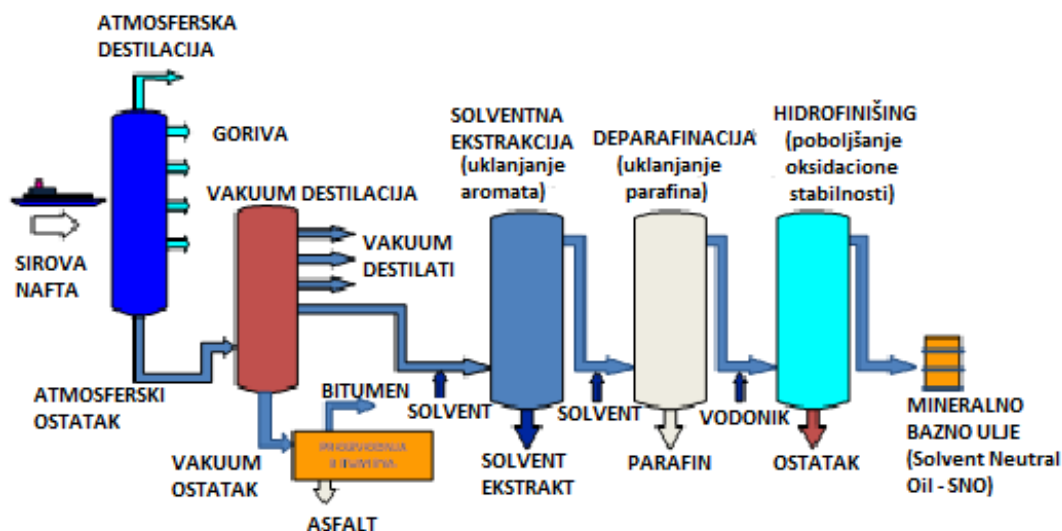
Nafta je tamno-zelena ili crno-smeđa fluorescentna supstanca tekuće do polukrute konzistencije. Ovisno o sastavu ona je manje ili više viskozna, ili skoro čvrsta. Miris nafte ovisi o vrsti i sadržaju hlapljivih sastojaka, a neugodan je jedino ukoliko su prisutni sumporni spojevi. Specifična težina se kreće u području od 0,720 do 1,0 a vrelište od 24°C do 400°C. Parafinski ugljikovodici (alkani) uvjetuju manju gustoću, a naftenski i aromatski veću. Točka zapaljivosti (plamište) može iznositi od 20°C do 200°C. Kao što je vidljivo iz ova tri podatka fizikalno-kemijska svojstva nafte jako se mijenjaju ovisno o porijeklu, odnosno o kemijskom sastavu nafte.

Po kemijskom sastavu nafta se sastoji pretežno od ugljikovodika, u vidu ogromnog broja različitih spojeva, te malim dijelom od organskih spojeva sa kisikom, dušikom i sumporom. Pored emulgirane vode nafta sadrži i manje količine otopljenih suspendiranih anorganskih tvari. Ugljikovodici mogu biti parafinskog, naftenskog i aromatskog karaktera. Idući od lakših frakcija, tj. onih s nižim intervalom vrenja, prema težim s višim intervalom vrenja, opada sadržaj parafina (alkana) a raste sadržaj naftena (cikloalkana) i aromata. [7]

3.2.2. Prerada nafte

Značaj dobivanja i prerade nafte ne leži samo u dobivanju naftnih derivata koji se koriste kao goriva za pogon motora, maziva, ili kao ulja za loženje već i u kemijskoj preradi nafte pri kojoj nastaju različiti proizvodi male molekularne mase, kao npr. metan, etilen i dr., koji služe kao polazne sirovine za sintezu alifatskih i aromatskih baznih kemikalija kao i raznih finalnih proizvoda. Danas rafinerije proizvode gotovo 2000 raznih naftnih derivata. [7]

Iz sirove nafte najprije se uklone plinovi, voda i mineralne soli, a zatim se vrši frakcijska destilacija pod atmosferskim tlakom. To je primarna prerada nafte. Frakcije atmosferske destilacije su laki benzin (komponenta za proizvodnju visokooktanskih motornih benzina u smjesi sa kreking ili reforming benzinima), teški benzin (naftno otapalo ili sirovina za redestilaciju na specijalne benzine i ekstrakciona sredstva), petrolej i plinsko ulje (dizel gorivo) i laki ostatak koji se može upotrebljavati kao takav (tzv. ulje za loženje) ili se podvrgava vakuum destilaciji (slika 3). [7]



Slika 3. Proces prerade nafte, [8]

Vakuum destilacijom dobivaju se bazna ili osnovna ulja iz kojih se prikladnim miješanjem priređuje cijeli niz ulja željenih viskoznih gradacija. To su laki destilati (vretensko ulje, lako strojno ulje), teški destilati (teško strojno ulje), manje hlapljiv ostatak (rezidualna ulja) i bitumen.

Sekundarnom preradom dobije se širok raspon raznih proizvoda koji kvalitativno i kvantitativno odgovaraju uvjetima suvremene potrošnje.

Procesi sekundarne prerade naftnih derivata su sljedeći:

- kreiranje,
- reformiranje,
- polimerizacija,
- alkilacija,
- izomerizacija,
- hidrokreiranje.

Derivati nafte proizvedeni primarnim i sekundarnim procesima nisu u svakom slučaju i komercijalni produkti prikladni za upotrebu. Oni se moraju doraditi, tj. rafinirati. Svrha dorade je uklanjanje štetnih primjesa i/ili podešavanja kemijske strukture derivata zbog postizanja određene kvalitete. Metode dorade su sljedeće: kemijska rafinacija, katalitička rafinacija i rafinacija otapalima. [7]

3.2.3. Proizvodi prerade nafte – naftni derivati

Naftni derivati su proizvodi rafinerijske preradbe nafte, u prvome redu proizvodi atmosferske i vakuumske frakcijske destilacije koji se mogu izravno upotrijebiti kao gorivo ili kao sirovine za dobivanje niza organskih spojeva.

Najvažnije su skupine naftnih derivata naftni plin, petroleter (ligroin), motorni benzin, dizelsko gorivo, mlazno gorivo, odnosno kerozin i petrolej (za mlazne motore), loživo ulje (lako i teško /mazut/), bazno mazivo ulje, bitumen i naftni koks, parafin (vosak) te olefinski i aromatski ugljikovodici kao petrokemijske sirovine, posebice etilen, propilen, benzen, toluen i ksileni. [7]

Pogonska goriva za motore s unutarnjim izgaranjem (benzin, dizel, lož ulje) su obojani različitim bojama zbog razaznavanja i prepoznatljivosti, jer bi ih ljudsko oko i njuh teško moglo razlikovati. Također, vrše se i zakonske kontrole u vozilima na carinama i preventivnim kontrolama. Takve boje imaju i svoj karakterističan miris, a ne štetu motoru. [7]

Benzin ima intenzivan i prepoznatljiv miris upravo zbog boja i svog hlapljenja, dok dizel znatno manje.

Preradom nafte dobivaju se sljedeći naftni derivati:

a) *Benzin*, čija je osnovna pojava:

- motorni benzini,
- avionski benzini,
- specijalni benzini, otapala.

To su smjese tekućih ugljikovodika, koji imaju ASTM destilacijske granice od oko 40°C do 200°C. Benzini sadrže lake i teške komponente s vrelištima i izvan ove granice, ali većina komponenata ima vrelište između 10°C i 230°C. Specifična težina benzina je u području od 0,650 do 0,825. [7]

Benzini se upotrebljavaju kao pogonsko gorivo za cestovna motorna vozila, tj. za motore s unutarnjim sagorijevanjem (Otto motori). U ovom slučaju njihova primjena obuhvaća miješanje sa zrakom, komprimiranje, inicijalno zapaljenje smjese pomoću električne iskre, korištenje mehaničke energije dobivene eksplozijom i konačno ispuhivanje otpadnih plinova. [7]

U Europi se danas prodaju tri različita kvaliteta bezolovnog motornog benzina, i to:

- regular (od 90 do 92 oktana, u ovisnosti od nacionalnih standarda članica),
- premium (95 oktana) i
- super plus (98 oktana).

b) *Destilati i mlazna goriva*, koji se dijele na:

- petrolej,
- goriva ulja,
- dizel goriva i
- mlazna goriva.

Destilat goriva su proizvodi prerade nafte koji vriju od 180°C do 370°C, a imaju plamište 50°C ili više. Obuhvaćaju rasvjetni petrolej, goriva ulja i dizel gorivo. U ranijim danima naftne industrije to su bili osnovni proizvodi prerade. Mlazna goriva su slična destilat gorivima, osim što većina proizvoda ima niže vrelište i niže plamište.

Kao i kod gorivih ulja, stabilnost je problem koji se javlja kod primjene dizel goriva. Osnovna poteškoća je u tome, što se različita goriva ne daju miješati bez štetnih posljedica. Tako se kod miješanja katalitičkog cikličkog ulja (kreking) s destilat nafta dobije gorivo sklono stvaranju taloga. Primjena disperzanata i inhibitora protiv stvaranja guma omogućava izradu ovakvih miješanih goriva. [7]

c) *Maziva*, koja se dijele na:

- tekuća maziva:
 - mineralna ulja (motorna i industrijska ulje),
 - masna ulja,
 - zamašćena ulja,
 - aditivna ili legirana ulja,
 - uljne emulzije,
 - sintetička ulja
- polukruta i kruta maziva:
 - mazive masti i
 - kruta maziva. [7]

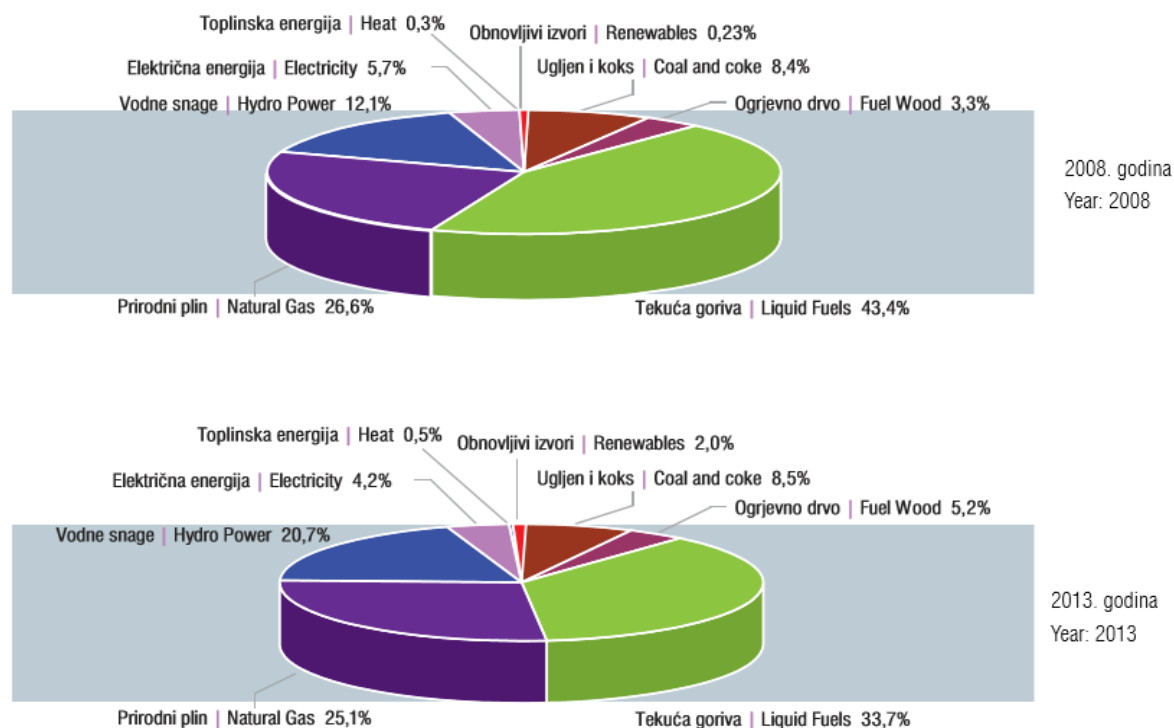
Maziva ulja upotrebljavaju se za podmazivanje dviju tarnih površina u svrhu smanjivanja koeficijenta trenja. Trenje se može definirati kao otpor koji nastaje kada se kreće površina nekog tijela, koja se nalazi u dodiru s površinom kakvog drugog tijela. Trenje, koje se vrši neposrednim dodiranjem dviju površina, tj. kada se između njih ne nalazi mazivo, naziva se suho trenje.

Ako se radi o trenju uz prisutnost maziva, tj. ako se radi o podmazivanju, onda je običnije reći klizne površine. Međutim oba izraza imaju isto značenje. Danas se u teoriji podmazivanja razlikuju tri vrste trenja odnosno podmazivanja: tekuće ili hidrodinamičko, granično i podmazivanje pod najvišim tlakom. [7]

d) *Ostaci*, u koje pripadaju:

- ulja za loženje,
- petrol koks,
- bitumeni. [7]

Ostatci kod prerade nafte obično imaju nisku cijenu, tako da su često samo sporedni proizvodi.



Slika 4. Udio potrošnje naftnih derivata u ukupnoj potrošnji resursa, [9]

3.2.4. Djelovanje naftnih derivata na čovjeka i okoliš

U svakoj djelatnosti, rizik iznenadnog zagađenja, makar i minimalan, uvijek postoji. To znači da do pojave iznenadnog zagađenja može doći samo u slučaju havarije sustava, pri čemu je važno naglasiti kako pojava iznenadnog izlijevanja zbog havarije za posljedicu može, ali i ne mora, imati onečišćenje tla i/ili zagađenje voda. Jedine sigurne posljedice svakog iznenadnog izlijevanja iz sustava su financijska i materijalna šteta.

Izenadno zagađenje nastaje kada dođe do iznenadnog izlijevanja opasnih i drugih tvari na asfaltirane, betonirane, slobodne površine (zemlju), kanalizacijski sustav lokacije i prijemnik, odnosno kada dođe do nepredviđenog ispuštanja opasnih tvari, te se takvim izlijevanjem direktno ili indirektno ugrozi zakonom utvrđena kakvoća površinskih i podzemnih voda (slika 5). [10]



Slika 5. Prevrtnanje i izljevanje cisterne, [11]

Postoje dva načina djelovanja opasnih tvari na čovjeka i okoliš:

- izravno i
- neizravno.

Izravno djelovanje: to su tvari (npr. plinovi i pare) koje se kemijski vežu na živi organizam ili nekim drugim fizikalno-biokemijskim djelovanjem izazivaju znatne funkcionalne promjene na materijalu na koji djeluju.

Odnosi se na toksične (otrovne) tvari koje djeluju na organizam u onom trenutku kada dođe do izravnog dodira udisanjem, oralno (npr. hranom) i resorpcijom kroz kožu.

S obzirom na svojstvo toksičnosti tvari se mogu podijeliti na:






- netoksične tvari koje ni pod kojim uvjetima ne izazivaju nikakve nadražaje u živim organizmima, a propisuje im se oznaka toksičnosti 0,
- toksične tvari koje se svrstavaju u pet kategorija:
 - slabo,
 - umjereno,
 - jako,
 - ekstremno,
 - supertoksično. [12]

Neizravno djelovanje: to su mnoge tvari što se nalaze u prometu, u određenim uvjetima, reagiraju s kisikom iz zraka (goriva kao zapaljive tekućine, plinovi i čvrste tvari, oksidansi, sredstva za paljenje, korozivne tvari) ili se kemijski raspadaju brzo (eksplozivi, predmeti punjeni eksplozivom), odnosno reagiraju s tvarima s kojima dođu u neposredan dodir, npr. s vodom ili nekim drugim tvarima.

Posredna djelovanja opasnih tvari očituju se najčešće kao požari, posljedice eksplozija, te posljedice od zračenja radioaktivnih tvari.

Požari pri skladištenju, u transportu, ukrcaju i iskrcaju te pri ostalim radnjama s tim opasnim tvarima učestali su i uzrokuju velike materijalne štete. [12]

Požari se mogu svrstati u pet razreda (slika 6).

A	Požari čvrstih tvari: koje gore plamenom ili žarom (isključivši kovine) kao drvo, tekstil, ugljen, biljne tvari, plastici, slama, papir i sl.	
B	Požari zapaljivih tekućina: kao benzina, benzola, ulja, masti, lakova, asfalta, smole, voska, etera, alkohola i drugih.	
C	Požari plinovitih tvari: kao metana, butana, propana, vodika, acetilena, gradskog plina i drugih.	
D	Požari lakih kovina: koje gore jakim žarom kao aluminij, magnezij i njihove slitine, titan, alektron i druge osim natrija i kalija.	
E	Požari vrste A do D, u blizini električnih postrojenja odnosno njihovi požari: kao kabele, sklopke, motori, generatori, transformatori i sl.	

Slika 6. Kategorije požara, [12]

4. OPIS TEHNIČKIH ZNAČAJKI GLAVNIH ELEMENATA TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA

Osnovni elementi tehnologije prometa jesu:

- predmet prijevoza – transportni supstrat (materijalna dobra ili putnici),
- transportna i manipulacijska sredstva i
- infrastruktura.

Elementi tehnologije cestovnog prometa kao sustava mogu biti diskretni pojedinačni elementi ili podsustavi koji pripadaju i drugim (nadređenim) sustavima, poput prometnog, logističkog i/ili gospodarskog sustava.

Općenito se elementi tehnologije cestovnog prometa dijele na objekte (predmeti prijevoza, informacije, energija), koji se u transformacijskom procesu mijenjaju, sredstva rada (transportni uređaji, manipulacijska i prijevozna sredstva) te infrastrukturu (statički objekti). [13]



Slika 7. Elementi tehnologije cestovnog prometa, [14]

Od navedenih objekata glavnu ulogu ima predmet prijevoza - supstrat, jer svojim obilježjima predodređuje, odnosno uvjetuje obilježja i značajke ostale elemente te sam postupak transformacije. Informacije i energenti imaju sporedne uloge, zapravo bi ih se moglo svrstati u sredstva rada, međutim oni su, između ostalog, i predmet transformacije pa kao takvi predstavljaju objekte. Svakom elementu, odnosno procesu transformacije pripadaju i informacije koje ga prate, bilo da mu prethode ili ga slijede, a koriste se za upravljanje sustavom, dok se energija proizvodi, prenosi i troši tijekom svih procesa transformacija. [14]

Transportnim uređajima, manipulacijskim sredstvima i osobito prijevoznim sredstvima pripadaju posebne uloge u tehnologiji cestovnog prometa. Oni u transformacijskom procesu, poput alata, neposredno mijenjaju „stanje“ predmeta prijevoza. Infrastrukturne elemente čine svi statički objekti bez kojih se proces transformacije objekata ne bi mogao ostvariti.

Zajednička značajka pojedinih elemenata tehnologije cestovnog prometa i transporta su:

- složenost,
- povezanost i međuovisnost,
- dinamičnost,
- interdisciplinarnost,
- otvorenost, kao i
- stohastičnost poremećaja. [13]

4.1. Značajke supstrata kao podustava tehnologije prometa

U okviru analize prijevoznog supstrata ili predmeta prijevoza, najprije valja utvrditi da je riječ o robama, teretu ili putnicima sa svim pripadajućim (fizikalnim) svojstvima, odnosno obilježjima. Sa stajališta tehnologa cestovnog prijevoza, skupinu osnovnih obilježja supstrata, pored primarnih fizikalnih svojstava, čine još količina i struktura supstrata. Nadalje se, u cilju realizacije optimalnoga prijevoznog procesa, teži harmonizaciji interakcija među svim elementima sustava tehnologije cestovnog prijevoza.

Tako se interakcijom supstrata i prijevoznih sredstava, odnosno infrastrukture žele postići sinergijski učinci. Skupina posebnih obilježja supstrata obuhvaća upravo ona svojstva supstrata koja jamče kompatibilnost sa značajkama ostalih tehnoloških čimbenika (sredstava) korištenih pri realizaciji prijevoznog procesa. [15]

Govoreći o teretu potrebno je ukazati na osnovnu podjelu:

- generalni teret (poljoprivredni, industrijski i ostali proizvodi) predstavlja komadni teret heterogene strukture i izrazito je prikladan za korištenje transportnih uređaja, odnosno ima sklonost prema suvremenim tehnologijama prijevoza,
- rasuti teret (žitarice, rude, ugljen i dr.) obilježeni su homogenog strukturom i jednostavnošću manipuliranja teretom u rinfuzi,
- tekući teret (nafta, naftni derivati, razne tekućine i plinovi) ima važna obilježja u smislu gustoće, viskoznosti, zapaljivosti, agresivnosti i dr. [16]

Generalni teret uključuje skup komadnih tereta neovisno o veličini, obliku ili načinu pakiranja. U literaturi se najčešće nalazi podjela generalnog tereta na:

- klasični generalni teret (TG') i
- ostali komadni generalni teret (TG").

Robu u prijevozu, s obzirom na svojstva, dijeli se u dvije osnovne skupine koje označavaju naklonost prema pojedinim oblicima prijevoza i tehnologijama:

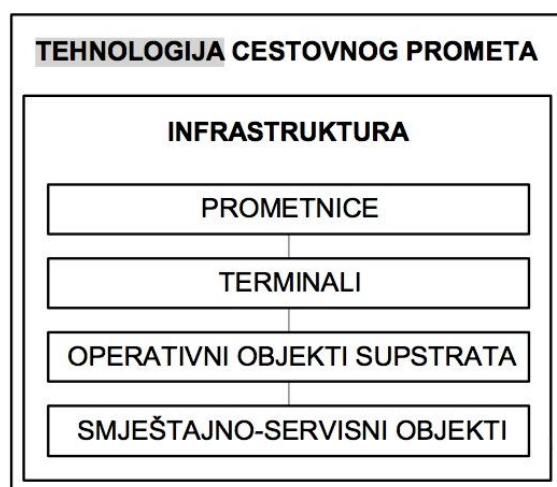
- generalni teret (TG) i
- masovni teret (rasuta + tekuća roba) (TM). [14]

Generalni teret uključuje skup komadnih tereta neovisno o veličini, a po obliku ili načinu pakiranja, dijeli se na:

- klasični generalni teret (TG')
 - $m < 500 \text{ kg}$ i
 - $V < 3 \text{ m}^3$.
- ostali komadni teret (TG")
 - $m > 500 \text{ kg}$ i
 - $V > 2 \text{ m}^3$. [14]

4.2. Značajke infrastrukturnih elemenata

Pod infrastrukturom se podrazumijevaju statistički objekti čije je postojanje nužno za odvijanje prijevoznog procesa. U elemente infrastrukture pripadaju cestovne prometnice, terminali, operativne površine koje služe za smještaj i tehnološku obradu supstrata na njegovu putu od izvora do cilja i operativne površine i objekti koji služe za smještaj i održavanje prijevoznih i manipulacijskih sredstava (slika 8). [13]



Slika 8. Objekti infrastrukture u funkciji elemenata tehnologije prometa, [15]

4.2.1. Prometnice

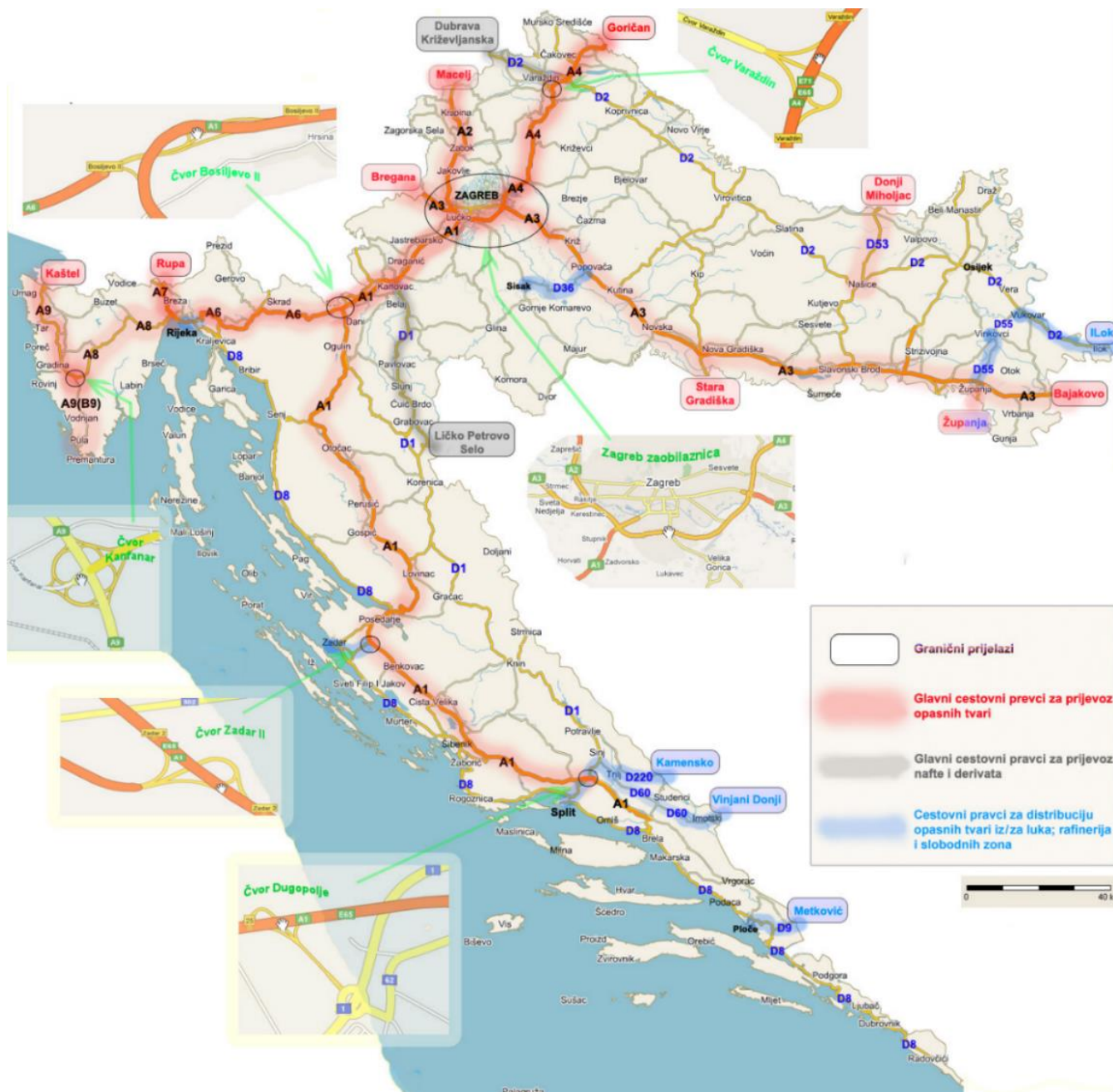
Podaci o mreži cestovnih prometnica i njihovoj kategorizaciji preduvjet su svake analize. Današnja mreža cestovnih prometnica u Republici Hrvatskoj zakonom je podijeljena na državne, županijske, lokalne i ostale cestovne prometnice. Cestovnu mrežu Republike Hrvatske čini 1.413,1 km autocesta, 6.741,6 km državnih cesta, 9.788,4 km županijskih cesta i 8.964,3 km lokalnih cesta (prema podacima iz 2013. godine).

Cestovna prometnica je elementarni podsustav prometa. Bitan je tehnički podsustav koji je sagradilo društvo da bi zadovoljilo potrebe funkcioniranja. Svrha njenog postojanja je omogućiti kretanje vozila, što znači djelovanje prometnog sustava uopće. Mreža cestovnih prometnica RH dovoljno razvijena, te gustoća mreže cesta iznosi 51,53 km/100 km² površine (u zemljama EU 80 km), odnosno 6,9 km na 1.000 stanovnika. [17]

Gospodarski razvoj Republike Hrvatske nije moguć bez nastavka razvoja cestovnog prometa. Naglašava se veliko značenje cestovnog prometa u prostoru Republike Hrvatske zbog prostorne razvedenosti mreže i najprikladnijeg približavanja korisnicima. Cestovni promet nosi individualan promet, što znači da će postavljati sve veće prostorne zahtjeve. [17]

Na temelju Zakona o prijevozu opasnih tvari, resorno je ministarstvo odredilo ceste po kojima smiju motorna vozila prevoziti opasne tvari, kao i mjesta za parkiranje motornih vozila s opasnim tvarima (slika 9). Kao glavni cestovni pravci u Hrvatskoj za prijevoz opasnih tvari klase 1, 2, 3, 6.1, 7 i 8, određeni su:

- granični prijelaz Bregana A3 - Zagreb zaobilaznica - granični prijelaz Stara Gradiška ili granični prijelaz Županja - granični prijelaz Bajakovo,
- granični prijelaz Macelj - D1 (A2) - Zagreb zaobilaznica - A1 - čvor Bosiljevo II - Split,
- granični prijelaz Goričan A4 - Čakovec - Zagreb zaobilaznica,
- granični prijelaz Donji Miholjac - D53 Našice,
- granični prijelaz Rupa - A7 - Rijeka zaobilaznica - A6 čvor Bosiljevo II (za opasne tvari po posebnoj listi, osim nafte i benzina),
- Rijeka zaobilaznica - čvor Kanfanar - B8,
- granični prijelaz Kaštel - Pula - B9. [18]



Slika 9. Cestovni pravci za prijevoz opasnih tvari u Hrvatskoj, [19]

Za prijevoz opasnih tvari klase 3 - nafte i naftnih derivata, smiju se iznimno koristiti cestovni pravci:

- granični prijelaz Dubrava Križovljanska D2 - Varaždin - D510 - D3 čvor Varaždin na A4 - Zagreb zaobilaznica,
- granični prijelaz Ličko Petrovo Selo - D217 - Grabovac-D1 - Karlovac (Ilovac bb-Robni terminali) od 22 do 5.30 sati u koloni po 3 vozila, na čijem čelu i začelju su policijska vozila. [18]

Za distribuciju opasnih tvari iz hrvatskih luka, rafinerija i slobodnih zona određeni su sljedeći cestovni pravci:

- za prijevoz opasnih tvari klase 1, 2, 3, i 8 iz luke Ploče smiju se koristiti ceste Ploče D8 - Opuzen - D9 - granični prijelaz Metković,
- za prijevoz opasnih tvari klase 1, 2, 3, 6.1, 7 i 8 iz luka Split i Solin smiju se koristiti ceste Split - Klis - D1 - Brnaze - D60 - Trilj - D220 - granični prijelaz Kamensko, odnosno Trilj - D60 - Imotski - D221 - granični prijelaz Vinjani Donji,
- za prijevoz opasnih tvari iz luke i Rafinerije Rijeka, smiju se koristiti ceste Rijeka zaobilaznica - A6 čvorište Bosiljevo II - A1,
- za prijevoz opasnih tvari iz luke i Rafinerije Sisak smiju se koristiti ceste D36 - Popovača - A3,
- za prijevoz opasnih tvari iz luke Zadar smiju se koristiti ceste raskrižje D8 – D502 - čvorište Zadar II - A1 - Dugopolje - D1 Sinj - D60 Trilj - D220 - granični prijelaz Kamensko,
- za prijevoz opasnih tvari iz luke Vukovar smiju se koristiti ceste D2 Vukovar - Sotin - Šarengrad - granični prijelaz Ilok,
- za prijevoz opasnih tvari iz luke Vukovar smiju se koristiti ceste D55 Vukovar - Vinkovci - granični prijelaz Županja. [18]

Za motorna vozila kojima se prevoze opasne tvari propisana su sljedeća parkirališta:

- parkirališta na autocesti A1 - Nadin sjever i jug, Brloška Dubrava sjever i jug, Jadova sjever i jug, Pristeg sjever i jug i Radošić sjever i jug,
- parkirališta na autocesti A3 - Križ sjever i jug, Nova Gradiška sjever i jug, Babina Greda sjever i jug,
- parkiralište na autocesti A4 - Varaždin sjever i jug,
- parkiralište na cesti D53, na 26 km, između lovačke kuće »Prkos« i mjesta Klokočevci,
- parkiralište na cesti D1 u mjestu Grabovac, kod benzinske postaje,
- parkiralište u Karlovcu u mjestu Ilovac bb, (Robni terminali),
- parkirališta na državnoj cesti D55 Vukovar - Vinkovci - granični prijelaz Županja - parkiralište Motela Kunjevci, parkiralište Motela Jeleni i parkiralište na benzinskoj postaji NCU. [18]

4.2.2. Terminali

Terminali su mjesta gdje započinje ili završava prijevozni proces putnika ili tereta, odnosno mjesta gdje putnik ili teret najčešće mijenja prijevozno sredstvo. Svaka grana prometa ima svoje terminale koji položajem u prostoru i opremom koju posjeduju, omogućavaju ostvarenje prijevoznog procesa. [13]

U transportno-logističkom smislu, terminali u užem smislu su u pravilu značajniji logistički centri (po kvantiteti tokova dobara i putnika, višoj razini kvalitete i složenosti transportnih usluga najčešće početno završne ili transferne točke u odvijanju prometnih tokova). S obzirom na takvo motrište, značajniji logistički sustavi – terminali najčešće sadržavaju:

- cestovne prometnice i parkirališta,
- operativne prostore za smještaj kontejnera,
- operativne cestovne prometnice za manipulacijska postrojenja (dizalice),
- skladišne objekte,
- servisne objekte za opremu i postrojenja terminala,
- složenu manipulacijsku opremu i transportne uređaje,
- administrativne i operativne objekte,
- objekte namijenjene prihvatu, prehrani i odmoru korisnika terminala. [14]

Terminali cestovnog prometa u prijevozu tereta su mjesta otpreme robe u cestovnom prometu na veće udaljenosti. Zadaće terminala su skupljanje pošiljaka, sastavljanje većih teretnih jedinica, ukrcaj-iskrcaj, prekrcaj skupova cestovnih vozila, doprema tereta, odmor i opskrba voznog osoblja, parkiranje i čuvanje vozila i tereta te održavanje i nadzor ispravnosti vozila. Terminali cestovnog teretnog prometa sadrže: prilazne prometnice, parkiralište osobnih vozila, skladišne površine s pretovarnom mehanizacijom, parkiralište skupova vozila i vozila mjesnog (locco) prijevoza, objekte održavanje i nadzora ispravnosti cestovnih vozila, upravnu zgradu, pumpnu postaju, motel i internu prometnu mrežu (slika 10). [14]



Slika 10. Robni terminal, [20]

4.3. Značajke manipulacijskih sredstava

Manipulacijska sredstva koriste se kod utovara, pretovatra, istovara, prijenosa i premještanja tereta. Postoje različite vrste i modeli manipulacijskih sredstava, a nakorišteniji od njih su viličari.


Osnovna podjela manipulacijskih sredstava:

- Ovisno o eksploatacijskom aspektu,
- Ovisno o tehničkom aspektu:
 - sredstva s prekidnim djelovanjem,
 - sredstva s kontinuiranim djelovanjem. [14]

Prijevoz i prekrcaj opasnih tvari ovisi o vrsti njihovog pakiranja, tj. ambalaži.

Opasne tvari se prevoze kao paketi, u kontejnerima ili cisternama. Uobičajene ADR-ambalaže za pakiranje opasnih tvari su plinske boce, bačve, kutije, kanistri, vreće i IBC (IBC s unutarnjom plastičnom posudom je IBC, čija je konstrukcija od čvrstoga vanjskog kućišta unutar kojeg je plastična posuda, uz moguću tehničku ili drugu konstrukcijsku opremu. Izrađen je tako da se unutarnja posuda i vanjsko kućište upotrebljavaju kao cjelovit jedinstveni uređaj koji se puni, skladišti, prevozi ili prazni) od raznih vrsta materijala kao što je čelik, aluminij, plastika, šperploča, karton, staklo i dr. Ambalaža može biti kombinirana (unutarnja i vanjska) ili pak jednodijelna. [21]

Opasne tvari se smiju pakirati i prevoziti isključivo u certificiranoj ambalaži. Postupci za certifikaciju ambalaže uključuju test pada, test propuštanja, test s hidrauličkim tlakom, test opterećenja i dr. Postoje tri oznake kvalitete ambalaže, koje govore o uspješnosti testiranja: X, Y i Z. Kada je u certifikacijskom kodu navedena oznaka X znači da je ta ambalaža najizdržljivija i namijenjena je za pakiranje najopasnijih tvari, pakirne skupine I. Istim principom oznaka Y namijenjena je za pakirnu skupinu II, a Z za pakirnu skupinu III (najmanje opasne tvari). Svakako da u ambalažu oznake X mogu ići i tvari pakirne skupine II i III. [21]

	Oznaka ambalaže Ujedinjenih naroda kojom se potvrđuje da ambalaža udovoljava ADR-u
31HA1	složeni IBC za tekućine s unutarnjom posudom od krute plastike i vanjskim plaštem od čelika
Y	namijenjen za opasne tekućine pakirne skupine II i III
0214	mjesec i godina proizvodnje
D	država koja odobrava dodjelu oznake (D-Njemačka)
BAM 7195-NC68	naziv ili oznaka proizvođača
7370	opterećenje na hrpu koje je dozvoljeno u kg
2022	najveća dozvoljena bruto masa u kg
60 kg	tara u kg
1054 L	zapremnina u litrama
D	–
100 kPa	ispitni tlak

Slika 11. Oznake ambalaže koje potvrđuju ispunjavanje ADR uvjeta, [21]

Vrste cisterni koje su dozvoljene za prijevoz ponajprije ovise o tome radi li se o plinu, tekućini ili rasutom teretu (slika 11). Kriteriji su ispitni tlak, otvori za punjenje i pražnjenje te vrsta sigurnosnih ventila i uređaja. Vozila sa cisternama moraju se svake godine pregledavati u ovlaštenim stanicama za tehnički pregled prema zahtjevima ADR-a. Takva vozila posjeduju ADR-certifikat za vozilo.

4.3.1. Zahtjevi za sigurnošću pri prijevozu, utovaru i istovaru

Pridržavanje sigurnosnih postupaka obvezno je za sve koji sudjeluju u lancu prijevoza opasnih tvari. Ipak, najznačajnija karika je sama posada vozila. Za vrijeme prijevoza vozač ne smije otvarati pošiljku, a isto tako, ne smije u vozilo primiti druge putnike, osim članova posade (suvozač ili pratitelj). U vožnji te u tijeku rada, u blizini vozila s opasnim tvarima (utovar, istovar) zabranjeno je pušenje. Postoje također ograničenja s obzirom na parkiranje vozila s opasnim tvarima. [21]

Utovar i istovar opasnih tvari mora zadovoljiti sljedeće uvijete:

- mogu se obavljati samo na mjestima gdje ne može doći do ugrožavanja ljudi, okoline i prometa,
- mjesta utovara moraju biti opremljena uređajima za utovar i istovar, uređenim pristupima sa postavljenim znakovima opasnosti, upozorenja, te drugom opremom ovisno o vrsti opasne tvari i opasnostima vezanim uz manipulaciju na mjestu utovara,
- mjesta utovara moraju biti opremljena ručnim i prijevoznim vatrogasnim aparatima,
- ako se na utovarno-istovarnim mjestima manipulira određenim vrstama opasnih tvari (eksplozivne, zapaljive tekućine koje imaju plamište do 55°C – I i II grupe po ADR-u) na takvim mjestima električna instalacija mora biti izvedena u protueksplozijskoj zaštiti, te moraju biti provedene mjere odvođenja statičkog elektriciteta. [21]

Teret na vozilo treba pravilno utovariti i pričvrstiti tako da se tijekom vožnje ne pomiče. Pri utovaru vozila vozač mora biti prisutan cijelo vrijeme. Ne smije primiti na vozilo oštećene, neoznačene pakete ili one koji imaju na vanjskoj strani ostatke opasne tvari. Treba paziti da se paketi ne oštete prilikom samog utovara (npr. s viličarom). Isto tako, važno je da su paketi pravilno poslagani i osigurani da se u prijevozu ne mogu pomicati (osigurani od prevrtanja i kotrljanja). To se može postići tako da se paketi međusobno povežu ili da se učvrste za stjenke vozila, kontejnera ili ih se polegne. [21]

Odgovornost za osiguranje pakiranja od pomicanja podijeljena je između pošiljatelja i vozača. Vozač koji svakodnevno prevozi teret do cilja neposredno je izložen opasnosti od neodgovarajuće utovarenog i smještenog pakiranja u vozilu.

Ograničenje za prijevoz kroz tunele temelji se na kodu za tunele (npr. D/E) za pojedinu opasnu tvar i obvezno se navodi u “Ispravi o prijevozu opasne tvari”, koju vozaču uručuje pošiljatelju zajedno s opasnim teretom. Cestovni tunel mora biti uvršten u jednu od kategorija tunela (slika 12). Tunel dobiva kategoriju s obzirom na: značaj tunela, procjenu rizika, postojanje i adekvatnost alternativnih putova, vrstu prijevoza koji se obavlja, potencijale tijela za organizaciju prijevoza. Isti tunel može se uvrstiti u više kategorija za različito doba dana i godine. [21]

Tuneli moraju biti uvršteni u neku od kategorija prikazanih na slici 12.

A	Nema ograničenja za prijevoz opasnih tvari. Nema nikakvog znaka.
B	Ograničenje za prijevoz opasnih tvari koje mogu izazvati velike eksplozije.
C	Ograničenje za prijevoz opasnih tvari koje mogu izazvati vrlo velike eksplozije, velike eksplozije ili djelovanje otrova.
D	Ograničenje za prijevoz opasnih tvari koje mogu izazvati vrlo velike eksplozije, velike eksplozije, veliko djelovanje otrova ili veliki požar.
E	Ograničenje za sve opasne tvari osim UN 2919 (radioaktivno), 3291 (medicinski otpad), 3331 (radioaktivno), 3359 (očišćena jedinica) i 3373 (biološke tvari).

Slika 12. Kategorije tunela, [21]

Tuneli, kroz koje je ograničen prijevoz opasnih tvari kao i alternativni putovi moraju biti označeni odgovarajućim prometnim znakovima. Prometni znakovi kojima se zabranjuje ulaz vozila kojaprevoze opasne tvari u cestovne tunele, moraju biti postavljeni na mjestu gdje se još može usmjeriti vozilo na alternativni put. Ako je ulaz u tunel dopušten, ali su predviđeni i alternativni putovi, prometni znak mora imati dopunsku tablu na kojoj je oznaka B, C, D ili E (slika 13). Npr. kroz ovaj tunel ne smiju se prevoziti tvari koje imaju naveden tunnelski kod D ili E. U stvarnost znači da se dizel i benzinske cisterne (D) u ljetno vrijeme, danju ne smiju kretati kroz neke tunele na A1. [21]



Slika 13. Prometni znak za ograničavanje prijevoza kroz tunel na autocesti A1, [22]

4.3.2. Sigurnosne mjere na auto i/ili vagon punilištima zapaljivih tvari

Ulaz u krug punilišta dopušten je vozačima koji posjeduju dokumentaciju o ispravnosti vozila i vozača, prema zahtjevima međunarodnog sporazuma o prijevozu opasnih tvari cestovnim putem (ADR). Obavezna je antistatička obuća i odjeća. Vozači autocisterni, prije ulaska u auto i vagon punilišta, moraju proći osposobljavanje i provjeru znanja za rad na instalaciji punilišta. Na ispušnoj cijevi vozila, mora biti zaštitna mrežica (iskrolovac). [23]

4.3.2.1. Zabrane i ograničenja na punilištima

Zabranjeno je unošenje šibica, upaljača, i drugih predmeta koji mogu izazvati iskru te korištenje prijenosnih sredstava komunikacije koji nisu u protueksplozivnoj izvedbi (mobilni telefoni i sl.). Zabranjeno je pušenje, osim u prostorima koji su uređeni za tu namjenu i posjeduju stabilne električne upaljače, te u svim društvenim prostorijama gdje nije istaknuta dozvola pušenja. Zabrana se odnosi i na sve otvorene prostore. Zabranjen je ulazak u krug punilišta u alkoholiziranom stanju, unošenje alkoholnih pića i drugih opojnih sredstava te njihovo konzumiranje. Zabranjeno je, bez posebne pismene dozvole za rad, izvoditi bilo kakve radove na vozilu. Brzina vozila u prostoru autopunilišta ograničena je na 10-15 km/h, osim na prometnicama koje su oznakama ograničenja brzine drukčije označene. [23]

4.3.2.2. Sigurnosne mjere koje se provode na punilištima

Dolaskom na autopunilište, obvezatno je ugasiti motor na autocisterni, a zatim spojiti uzemljenje punilišta na odgovarajuću priključnu pločicu na auto ili vagon cisterni. Uzemljenje je ispravno spojeno samo kad se ugasi crvena lampica, a upali zelena. Otvoriti poklopac za punjenje na autocisterni samo one komore koja se puni.

Istakač za punjenje spustiti do dna radi opasnosti od statičkog elektriciteta. Otvoriti ručni ventil istakača. Brzina punjenja regulirana je automatski i punjenje ne smije biti prebrzo. Na tipkalu volumetra otipkati količinu (85-95% kapaciteta komore, prema zahtjevima ADR), vodeći računa o naručenoj količini s Naloga za utovar. [23]



Slika 14. Prikaz punjenja cisterni, [24]

Za cijelo vrijeme punjenja autocisterna se stalno kontrolira, te u slučaju potrebe zatvara ručni ventil na istakaču. Nakon završenog punjenja komore, pričekati najmanje jednu minutu, a tek onda vaditi istakač, radi zaštite od mogućeg izbijanja iskre s površine tekućine na istakaču. Nakon završenog utovara komore autocisterne, a prije otvaranja sljedeće komore, zatvoriti poklopac utovarene komore. Voditi računa, da su pare proizvoda koji se pune zapaljive i štetne za zdravlje. U slučaju izlijevanja, zabranjeno je paljenje motora ili stvaranje bilo kakvih iskri na vozilu ili drugim vozilima na punilištu, a sve druge utovare obustaviti. U slučaju izlijevanja dojaviti vatrogasnoj postrojbi, uz čiju će se pomoć napustiti punilište i sanirati izlijevanje. [23]

Za slučaj izbijanja požara obustaviti utovar svih autocisterni na punilištu, dojaviti vatrogasnoj postrojbi, a cisterne, koje nisu zahvaćene požarom, moraju odmah napustiti punilište. Za vrijeme zadržavanja autocisterni na punilištu zabranjen je bilo kakav rad na cisterni koji nije u svezi s utovarom. Za vrijeme utovara autocisterni koristiti odjeću i obuću koja ne stvara statički elektricitet. [23]

4.3.2.3. Ostale mjere sigurnosti koje se provode na punilištu

Za vrijeme jake oluje s grmljavinom, punjenje autocisterne se ne započinje ili se obustavlja. Kod jakog vjetra, koji onemogućava siguran rad, ne započinje se punjenjem ili se ono obustavlja (procjena odgovorne osobe mjesta rada uz korištenje upute za rad pod otežanim vremenskim uvjetima). Za kontrolu unutrašnjosti cisterne, ako je to potrebno, upotrebljavaju se isključivo ručne sigurnosne svjetiljke. Svjetiljke moraju biti u protueksplozijskoj izvedbi, s odobrenjem za njihovu uporabu na punilištu.

Za vrijeme punjenja ili neposredno nakon punjenja, zabranjeno je uzimanje uzoraka uronjavanjem naprave. Potrebno je pričekati određeno vrijeme da se stanje stabilizira, odnosno da naboj oslabi. Pri prijevozu opasne tvari, osim klasične dokumentacije, prijevozno sredstvo mora imati atest sukladan međunarodnoj konvenciji ADR-a, vozač također mora imati odgovarajući certifikat o osposobljenosti za prijevoz opasne tvari. Za nesmetano odvijanje prijevoznčkog procesa Zakon o prijevozu opasnih tvari i ADR-u, propisuje posebnu dokumentaciju i to: Nalog za otpremu, upute o posebnim mjerama sigurnosti, certifikat o vozilu, certifikat o obuci vozača, ispravu (izjavu) o prijevozu opasne tvari. [23]

4.4. Značajke prijevoznih sredstava

Prijevozna sredstva su tehničke naprave koje služe prijevozu ljudi i dobara, a cestovna prijevozna sredstva su ona koja se pritom kreću cestovnim prometnicama, odnosno putovima. Podjela cestovnih motornih vozila prema namjeni, ako se pritom isključuju osobna vozila, traktori i radni strojevi, svodi se na tri osnovne vrste:

- putnička vozila (autobusi),
- teretna vozila i
- kombinirana vozila. [13]

Cestovna prijevozna sredstva su motorna vozila i priključna vozila kojima se obavlja transport u putničkom odnosno teretnom prometu. Suvremeno i ekonomično dostavno vozilo mora ispunjavati neke zahtjeve:

- podobnost za razvijanje većih brzina kretanja i ubrzanja,
- teretni prostor treba zapremiti što veći volumen u odnosu na cjelokupni volumen vozila,
- pojedini agregati, mehanizmi i uređaji trebaju pružati punu garanciju u njihovu sigurnost,
- opremljenost uređajima koji osiguravaju udobnost vozača i potrebnu sigurnost upravljanja,
- konstrukcijski moraju biti ujedno i što jednostavniji,
- troškovi eksploatacije što niži. [13]

4.4.1. Vozila za prijevoz opasnih tvari

Motorno vozilo namijenjeno za prijevoz opasnih tvari mora biti podvrgnuto posebnom ispitivanju glede udovoljavanja uvjetima predviđenim Zakonom i ADR-om za prijevoz opasne tvari za koju je namijenjeno. Ispitivanja motornog vozila obavlja ovlaštena organizacija.

Za motorno vozilo za koje je na ispitivanju utvrđeno da udovoljava uvjetima za prijevoz određene opasne tvari izdaje se potvrda o ispitivanju vozila i certifikat o ispravnosti vozila, koji se izdaju na propisanom obrascu.

Rok valjanosti certifikata o ispravnosti motornog i priključnog vozila je pet godina od dana izdavanja, a za motorna i priključna vozila - cisterne ili kontejnere koja se moraju ispitivati tlačnom probom, odnosno koja se moraju ispitati na nepropusnost - je tri godine od dana izdavanja. [4]

Ako se motorno vozilo ili priključno vozilo namijenjeno za prijevoz opasnih tvari rabi za drugu vrstu prijevoza, najprije se mora očistiti, a po potrebi i dekontaminirati.

Za prijevoz opasnih tvari može se upotrebljavati vozilo koje:

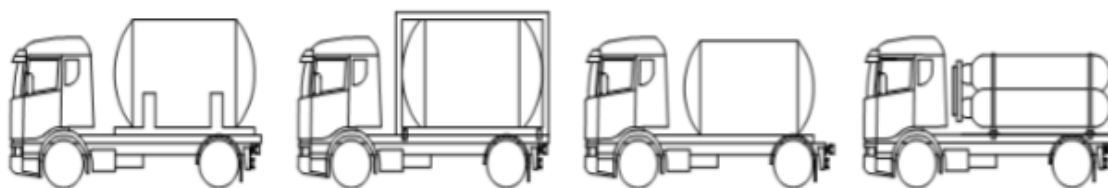
- je proizvedeno i opremljeno sukladno odredbama međunarodnog ugovora,
- ima važeću Potvrdu o udovoljavanju vozila za prijevoz određenih opasnih tvari ako je to određeno odredbama međunarodnog ugovora,
- je označeno sukladno odredbama međunarodnog ugovora. [4]

Sukladno ADR-u i propisima RH, vozila za prijevoz opasnih tvari mogu se podijeliti na šest skupina:

- **"EX/II"** su vozila namijenjena prijevozu eksplozivnih tvari i predmeta klase 1,
- **"EX/III"** su vozila namijenjena prijevozu eksplozivnih tvari i predmeta klase 1, a na koja se postavljaju stroži zahtjevi nego za EX/II tip vozila,
- **"FL"** su vozila namijenjena prijevozu tekućina čije plamište ne prelazi 61°C,
- **"OX"** su vozila namijenjena prijevozu stabiliziranog vodikovog,
- **"AT"** su ona vozila koja nisu FL i OX, a koja su namijenjena prijevozu opasnih tvari u cisternama, prenosivim spremnicima ili MEGC-ima čija je zapremnina veća od 3 m³ (slika 16),
- **"OSTALA"** su ona vozila koja ne spadaju ni u jedan od prethodnih skupina vozila a namijenjena su prijevozu opasnih tvari i predmeta u količinama većim od "malih količina". [4]

Prvih pet skupina vozila definirani su ADR-om (EX/II, EX/III, FL, OX i AT) dok je šesta skupina vozila (OSTALA) određena specifičnostima Hrvatskih (državnih) propisa.

Vozila namijenjena prijevozu opasnih tvari u cisternama prema ADR-u označena su kao FL, OX i AT. [25]



Slika 15. AT vozila, [25]

Propisi Republike Hrvatske koji se odnose na prijevoz opasnih tvari u cestovnom prijevozu postepeno se usklađuju s međunarodnim propisima i pravnom stečevinom Europske zajednice. Cilj usklađivanja je smanjenje rizika od onečišćenja na što manju moguću mjeru kao i smanjenje broja nesreća s opasnim tvarima, te izjednačenost propisa u svim državama potpisnicama Europskog sporazuma o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (ADR). Priprema, usklađivanje i provedba propisa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu u Republici Hrvatskoj u nadležnosti je Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture. [3]

U ADR propisima (u vezi sa mjerama sigurnosti pri prijevozu), kaže se još da:

- u cestovnom motornom vozilu koje prevozi opasne tvari ne smije biti drugih osoba osim vozača, suvozača i pratioca, i u vozilu ne smije biti tvari koje mogu izazvati požar,
- vozilo natovareno opasnom tvari ne smije biti popravljano u dijelovima koji mogu izazvati požar ili eksploziju,
- količina opasne tvari limitirana je, tako da u slučaju prosipanja ili druge nezgode u prijevozu ne dođe do ugrožavanja drugih sudionika u prometu, te do uništenja imovine veće vrijednosti,
- brzina motornog vozila natovarenog opasnim tvarima ne smije biti veća od 70 km/h,
- prema ADR, motorna vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti označena znakovima i svjetlom te je stoga oznaka na vozilu s prednje i zadnje strane pravokutnog oblika s narančastom reflektirajućom osnovom, dimenzija 30 x 40 cm,
- zabrana zajedničkog utovara opasnih tvari sa različitim listicama opasnosti, osim ako zajednički utovar nije dozvoljen prema tablici,
- ako se, nakon što je vozilo ili kontejner u kojemu su zapakirane opasne tvari istovaren, utvrdi da je neznatna količina sadržaja iscurila, vozilo ili kontejner moraju se očistiti što prije i svakako prije utovara,
- zabranjeno je pušiti za vrijeme manipulacije u blizini vozila ili kontejnera i u vozilu ili kontejneru,
- utovar i istovar se vrši na određenim punktovima,

- ministarstvo koje izdaje potvrdu o prijevozu opasnih tvari može tražiti dodatne mjere sigurnosti,
- u slučaju zapaljivih plinova ili tekućina, čije je plamište 60°C ili niže, ugljik ili čađa, pakirna skupina II, mora se postaviti ispravni električni spoj od teretnog prostora vozila, prenosive cisterne ili vozila cisterne sa zemljom prije punjenja ili pražnjenja cisterne. [3]

4.4.2. Vrste cisterni

Prema izvedbi i dijeljenju:

1. jedno komorne,
2. više komorne i
3. više dijelne.

Prema načinu postavljanja na vozilo cisterne se dijele:

- na učvršćene,
- zgradne cisterne,
- elemente baterijskog vozila ili MEGC,
- prenosive cisterne (zapremine veće od 450 litara).

4.4.3. Obavezna oprema za zaštitu koja mora biti na/u vozilu

Oprema za osobnu i opću zaštitu potrebna za opći postupak i spriječavanje opasnosti pri neželjenom događaju koja mora biti na vozilu u skladu s poglavljem 8.1.5 ADR-a.

Sljedeća oprema mora biti na prijevoznoj jedinici:

- za svako vozilo, podmetač kotača veličine prikladne najvećoj masi vozila i promjeru kotača,
- dva samostojeća signalna znaka,
- tekućina za ispiranje očiju,

i za svakog člana posade:

- reflektirajući prsluk (npr. opisan u EN 471 normi),
- prenosiva svjetiljka,
- par zaštitnih rukavica, i zaštita za oči (npr. zaštitne naočale). [4]



Slika 16. Oprema za osobnu zaštitu [25]

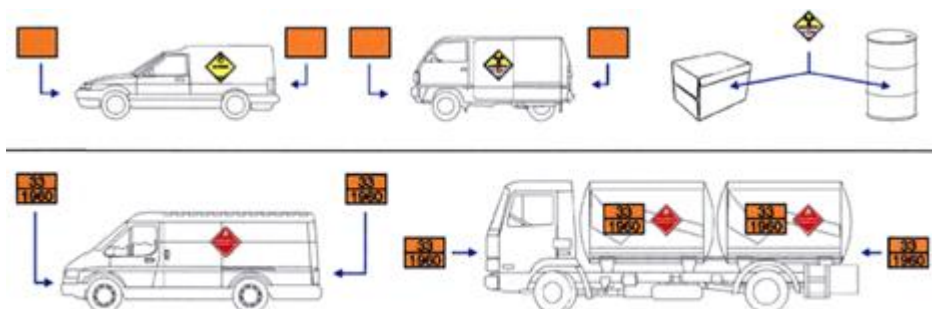
4.4.4. Označavanje i obilježavanje vozila za prijevoz opasnih tvari

Sva vozila koja prevoze opasne tvari moraju biti propisno označena, sukladno ADR-u. Takva vozila označena su pločicama opasnosti i listićima opasnosti, te prema potrebi mogu biti i dodatno označena.

4.4.4.1. Pločice opasnosti

Ploča opasnosti je narančaste boje, s crnim obrubom debljine 15 mm, a podijeljena je crnom vodoravnom crtom debljine 15 mm na dva jednaka dijela. Brojevi u poljima ploče su 100 mm visoki, a njihova debljina mora iznositi 15 mm. Navedeni brojevi moraju biti čitki, vidljivi i nakon 15-minutne izloženosti vatri. [23]

Vozila koja prevoze opasne tvari, etiketiraju se i označavaju odgovarajućim pločama i listićima opasnosti. Ploča za obilježavanje vozila je reflektirajuće narančaste boje dimenzija 400X300 mm obrubljena linijom crne boje debljine 15 mm. Vozila, cisterne ili transportne jedinice s jednim ili više spremnika, namijenjenih prijevozu opasnih tvari, treba dodatno označiti na obje strane spremnika ili odjeljka (komore). Oznake moraju biti paralelne s uzdužnom osi vozila. Ploče nose oznake opasnosti UN broj. Kod vozila, cisterni ili transportnih jedinica, s jednim ili više spremnika namijenjenih prijevozu opasnih tvari UN brojeva: 1202, 1203, 1223 ili zrakoplovnog goriva UN broja 1268 ili 1863, nije neophodno bočno postaviti narančaste ploče, kao što je prethodno opisano (slika 17). [23]



Slika 17. Označavanje vozila, [26]

U gornjem polju navedene ploče nalaze se brojevi koji označavaju šifru osnovne opasnosti, odnosno, identifikacijski broj opasnosti, poznat i kao Kemlerov broj. To je najčešće niz od dva broja od kojih prvi uvijek znači oznaku klase, a slijedeći upozoravaju na dodatnu opasnost (slika 18).

U donjem polju ploče su četiri broja (UN-broj) koji označavaju vrstu opasne tvari, prema popisu Ujedinjenih naroda. Ploča može biti sastavljena samo iz jednog dijela, pa predstavlja ploču upozorenja. Šifra osnovne opasnosti, iskazuje se identifikacijskim brojevima opasnosti i sastoji se od dva ili tri broja. U iznimnim slučajevima, ispred brojeva može biti slovo X, a ono upozorava da tvar ne smije doći u dodir s vodom. [23]

Kada se vozilima prevoze opasne tvari koje nisu na popisu ADR-a ili vozilom prevozimo različite opasne tvari ili opasne tvari klase 1, obilježava ga se pravokutnom reflektirajućom narančastom pločom bez oznaka, veličine 40x30 cm obrubljene crnim rubom širine minimalno 1,5 cm. [23]
























Slika 18. Pločica opasnosti prema ADR-u, [27]

Vozila, cisterne, kontejnerski spremnici, prenosivi spremnici ili posebno opremljena vozila ili kontejneri za koje se zahtijeva oznaka tvari s povišenom temperaturom, moraju biti označeni s obje bočne strane, kao i sa stražnje strane. Oznaka tvari, s povišenom temperaturom, sastoji se od crveno obrubljenog trokuta, dužina stranica najmanje 250 mm, u čijem središtu je simbolički prikaz termometra. [23]

4.4.4.2. Listice opasnosti

Prema ADR-u na vanjskim površinama, vozilima, kontejnerima, MEGC-ija (Multiple element gas container), kontejnerskih i prenosivih spremnika, moraju biti istaknute listice opasnosti. Dimenzija su 100x100mm, a lijepe se na vanjske vidljive površine (slika 19). Kontejneri, MEGC, kontejnerski spremnici, prenosivi spremnici, kao i vozila kojima se prevoze opasne tvari ili predmeti dviju ili više klasa, ne moraju nositi dodatne listice za tvari čija je istovrsna opasnost izražena u dodatnim listicama. [23]

Broj i naziv klase opasne tvari	Listica opasnosti na paketima		
Klasa 1 – eksplozivne tvari i predmeti s eksplozivnim tvarima	  		
Klasa 2 – plinovi	 br. 2.1	 br. 2.3	 br. 2.2
Klasa 3 – zapaljive tekućine	 br. 3	Klasa 4.1 – zapaljive krute tvari, samoreaktivne tvari i kruti desenzibilizirajući eksplozivi	 br. 4.1
Klasa 4.2 – tvari podložne spontanom samozapaljenju	 br. 4.2	Klasa 4.3 – tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove	 br. 4.3
Klasa 5.1 – oksidirajuće tvari	 br. 5.1	Klasa 5.2 – organski peroksidi	 br. 5.2
Klasa 6.1 – otrovne tvari	 br. 6.1	Klasa 6.2 – infektivne tvari	 br. 6.2
Klasa 7 – radioaktivni materijal	  		
Klasa 8 – nagrizajuće (korozivne) tvari	 br. 8	Klasa 9 – ostale opasne tvari i predmeti.	 br. 9
Nije vezano ni za jednu klasu posebno-štetno za okoliš		Listica ne pripada samo jednoj klasi, već je pakiratelj stavlja na paket kao dodatnu listicu upozorenja. Npr. uz mineralna ulja (vidi sliku 2)	
Nije vezano ni za jednu klasu posebno-ograničene količine		Ova listica označava da je u paketu komadna roba za kućanstva. Opasna kemikalija može biti iz bilo koje klase (osim eksploziva i radioaktivna, infektivnih tvari) (vidi sliku 12)	

Slika 19. Primjeri listica opasnosti za sve klase prema ADR-u, [28]

Vozila koja prevoze rasute terete, vozila cisterne, vozila za prijevoz izgradnih spremnika i baterijska vozila, obilježavaju se listicama s obje bočne i sa stražnje strane. Vozila koja prevoze tvari ili predmete Klase 1 moraju biti obilježena listicama s obje bočne strane, kao i sa stražnje strane transportne jedinice. Vozila koja prevoze zapakirane ili u IBC-ima radioaktivne tvari Klase 7, moraju biti obilježena listicama s obje bočne strane kao i sa stražnje strane transportne jedinice. [23]

4.4.4.3. Dopunsko označavanje i opremanje vozila

Motorna vozila kojima se prevoze opasne tvari moraju imati posebno prilagođena svjetla i znakove:

- dva okrugla narančasta svjetla, promjera svijetleće površine od najmanje 10 cm, postavljena u gornjim kutovima stražnje strane vozila i dva znaka za označavanje kojima se prevoze opasne tvari s ispisanim identifikacijskim brojevima koji se postavljaju s prednje i stražnje strane vozila,
- svjetla na prednjoj i stražnjoj strani vozila moraju biti upaljena, prema odredbama Zakona o prijevozu opasne tvari, ako se opasna tvar prevozi u vremenu od prvog sumraka do potpunog svanuća ili tijekom smanjene vidljivosti zbog nepovoljnih atmosferskih i drugih prilika,
- svjetla moraju biti upaljena i kad je na motornom vozilu upaljeno bilo koje svjetlo za osvijetljavanje ceste ili svjetlo za označavanje vozila,
- motorna i priključna vozila kojim se prevoze radioaktivne tvari moraju imati, umjesto znaka za označavanje vozila kojim se prevoze opasne tvari, tri znaka za označavanje vozila kojim se prevoze radioaktivne tvari postavljeni na bočne i stražnje strane motornog vozila. [13]

4.4.5. Odgovornosti i osposobljavanja vozača prema odredbama ADR-a

Vozači ADR opasnih tvari moraju biti osposobljeni minimalno prema osnovnom programu, a ukoliko prevoze opasne tvari u cisterni, za prijevoz eksploziva (klasa 1) i prijevoz radioaktivnih tvari (klasa 7) moraju proći i dodatni program. Valjanost certifikata je pet godina nakon čega je potrebna obnova znanja. Osobe koje nisu vozači ili pak oni koji prevoze "male količine" dužni su osposobiti se za sudjelovanje u prijevozu opasnih tvari.

Brigu oko obveza koje se odnose na ADR u tvrtkama obavlja Sigurnosni savjetnik, te i on mora proći usavršavanje u ovlaštenoj ustanovi. Program osposobljavanja obuhvaća svu materiju ADR-a. Obnova je obavezna svakih pet godina. Tvrtke svoje zaposlenike kemijske struke vrlo često imenuju za sigurnosne savjetnike. [21]

Stručna poduka osoba koje sudjeluju u prijevozu opasnih tvari, odnosno pri pakiranju, utovaru, istovaru, punjenju i pražnjenju koje je vezano s tim prijevozom je obvezna. One moraju imati odgovarajuće obrazovanje, završen program stručne poduke, ovisno o poslovima i obvezama radnog mjesta i položen ispit stručne poduke. Stručna poduka i njihovo znanje u opsegu značajnom za sigurnost poslova koje obavljaju, mora se periodično, a u propisanim slučajevima i izvanredno provjeravati. Stručnu poduku mogu obavljati ustanove koje ovlasti ministarstvo nadležno za obrazovanje, ako ispunjavaju uvjete iz posebnih propisa. [21]

U Republici Hrvatskoj se svim osobama koje su položile ispit nakon 1. srpnja 2013. godine izdaju nove iskaznice koje su prilagođene odredbama ADR-a iz 2013. godine (slika 20).



Slika 20. ADR potvrda o obuci vozača u RH– iskaznica, [29]

Vozač smije prevoziti opasne tvari ako:

- je navršio 21 godinu života i ima najmanje jednu godinu dana radnog iskustva na poslovima vozača teretnog vozila čija najveća dopuštena masa prelazi 3500 kg,
- posjeduje valjanu ispravu o stručnoj osposobljenosti za prijevoz opasnih tvari u skladu s odredbama međunarodnog ugovora,
- je upoznat sa svojim obvezama i posebnostima prijevoza,
- vozilo, opasne tvari i teret odgovaraju propisima,
- su pakovanja i vozilo označeno odgovarajućim znakovima upozorenja, natpisima, oznakama i listicama za označavanje opasnosti te drugim informacijama o opasnim tvarima i vozilu u skladu s odredbama međunarodnog ugovora,
- posjeduje dokaz o osiguranju od odgovornosti za štetu prouzročenu trećim osobama,
- posjeduje isprave i dodatnu opremu sukladno odredbama međunarodnog ugovora, te
- su ispunjeni drugi uvjeti za prijevoz u skladu s odredbama međunarodnog ugovora. [23]

Vozač je tijekom utovara, prijevoza i istovara opasnih tvari dužan poštovati mjere sigurnosti sukladno odredbama zakona, te je tijekom prijevoza dužan poštovati odredbe o nadzoru i parkiranju vozila sukladno odredbama Zakona o prijevozu opasnih tvari. Pregled ispravnosti vozila i obradu dokumentacije na temelju koje se izdaje Potvrda o udovoljavanju vozila za prijevoz određenih opasnih tvari obavlja pravna osoba koju ovlasti nadležno ministarstvo. [23]

Pregled vozila za potrebe obrade dokumentacije, na temelju koje se izdaje Potvrda o udovoljavanju vozila za prijevoz određenih opasnih tvari mogu obavljati nadzornici tehničke ispravnosti vozila sa završenom najmanje višom stručnom spremom strojariskog ili prometnog smjera, koje ovlasti pravna osoba. Vozač vozila za prijevoz opasnih tvari mora posjedovati važeće uvjerenje o stručnoj osposobljenosti. Stručno osposobljavanje i provjeru stručne osposobljenosti vozača mogu obavljati ustanove koje ovlasti ministarstvo uz suglasnost ministarstva unutarnjih poslova, ako ispunjavaju uvjete iz posebnih propisa. [23]

Svi kandidati moraju se upoznati sa zakonskom regulativom vezanom uz prijevoz opasnih tvari cestom, uključujući i ADR sporazum. Osim zahtjeva koji se odnose na vozila, osobe uključene u prijevoz opasnih tvari trebaju prepoznavati i brojna izuzeća od zahtjeva ADR-a, kako bi pojednostavnili ili pojeftinili postupak prijevoza i skrbi o opasnim tvarima. U potrebnu dokumentaciju spadaju i upute o postupanju u slučaju opasnosti kao i dokazi o osposobljenosti vozača i prikladnosti vozila za prijevoz opasnih tvari. [30]

4.5. Aktivnosti planiranja i pripreme procesa prijevoza opasnih tvari

Prijevoz opasnog transportnog supstrata, funkcioniranje i razvitak prometnog sustava, sukladno tome prostorno prometno planiranje predstavljaju bitan segment funkcioniranja prometnog sustava. Pri tome bitni aspekti su sigurnosti prometa, te prevencija i otklanjanje posljedica prometnih nesreća, kao i održivi razvitak prometnog sustava. Bitni elementi procesa transporta opasnih tvari su: priprema, posjedovanje odgovarajuće popratne zakonske dokumentacije, isprave o prijevozu, posebne mjere sigurnosti tijekom prijevoza, stručna osposobljenost posada, kao i tehnička ispravnost i opremljenost vozila, izbor itinerera, te početno/završne manipulacije. [14]

Održivi razvitak prometnog sustava odnosi se na zaštitu i poboljšanje kakvoće prirodnih resursa: tla, vode, mineralnih sirovina, zraka, klime, biljnog i životinjskog svijeta. Sukladno tome Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske ima glavne ciljeve kako slijedi:

- podnošljivo opterećenje prostora, zaštita i očuvanje okoliša,
- dostizanje stupnja razvitka sukladno europskim normama,

- sigurnost prometa,
- izgradnja alternativnih prometnih veza,
- usklađivanje ciljeva razvitka prometa i zaštite okoliša,
- podizanje razine atraktivnosti javnog prometa i
- jačanje učešće željeznice. [14]

Poremećaji koji utječu na odvijanje procesa rezultiraju sa:

- lošim tehničkim stanjem kolnika (može bitno utjecati na smanjenje brzine odvijanja prometnih tokova, povećanje troškova goriva, negativan utjecaj na tehničku ispravnost transportnih sredstava),
- zaprekama na kolniku (gubitci u vremenu i dodatni troškovi zbog zastoja, propuštanja ugovorenih rokova, praznim hodom te neiskorištenost osoblja i transportnih sredstava, itd.),
- pojavom nesreća (znatna nematerijalna i materijalna šteta izazvana njihovim nastankom),
- smetnjama ili prekidima u sustavu regulacije i dr. [14]

4.5.1. Dokumentacija potrebna pri prijevozu opasnih tvari

Pošiljatelj koji predaje opasnu tvar na prijevoz dužan je za svaku pošiljku opasne tvari odnosno za svako vozilo, kojemu može biti dodano i priključno vozilo, ispostaviti ispravu o prijevozu opasne tvari, uputu o posebnim sigurnosnim mjerama koje se pri prijevozu opasne tvari moraju poduzeti i predati ih prijevozniku, a kada se prevoze eksplozivne, radioaktivne i otrovne tvari i odobrenje koje je izdalo nadležno tijelo. [21]

Isprava o prijevozu opasne tvari mora sadržavati kemijski i tehnički naziv prema popisu iz Aneksa B5 ADR-a, zaštićeno ime opasne tvari, klasu opasne tvari i identifikacijski broj predviđen Aneksom B5 ADR-a. U ispravu o prijevozu opasne tvari upisuje se, osim klase opasne tvari, i redni broj odnosno podbroj i slovo u tom rednom broju kada postoje, te kratica "ADR" (npr. 3, 30 (b) ADR). Kratica za klasu, redni broj i slova ADR podvlače se crvenom crtom. Kad se isprava o prijevozu ispostavlja za pošiljku opasne tvari koja se ne nalazi u Aneksu B5 ADR-a (nema identifikacijski broj), u nju se upisuju samo kemijski i tehnički naziv, zaštićeno ime te tvari, klasa, podbroj i slovo ako postoji. [21]

Pošiljatelj je dužan, prilikom predaje opasne tvari na prijevoz, u ispravi o prijevozu pismeno potvrditi da opasna tvar koja se predaje na prijevoz prirodom opasne tvari, masom svakog pojedinog pakiranja, vrstom i načinom pakiranja i označivanja, odgovara odredbama Zakona i ADR-a. Svi prijevozni dokumenti što se ispostavljaju za jednu pošiljku opasne tvari kao i za prijevozno sredstvo moraju se u nalaziti u vozačevoj kabini. [21]

Prijevoz opasnih tvari moraju pratiti sljedeći dokumenti:

- 1) Isprava o prijevozu opasnih tvari (pošiljatelj ju zajedno s tvarima predaje vozaču). Propisani su podaci koji moraju biti navedeni u ispravi, a propisan je i njihov obvezni redoslijed. Navodi se: UN-broj, otpremni naziv, listica opasnosti, pakirna skupina, tunelski kod, broj i opis paketa ili IBC-kontejnera, ukupna količina svake opasne tvari (kao obujam, bruto masa ili neto masa), ime i adresa pošiljatelja te ime i adresa primatelja,
- 2) Pisana uputa o postupanju u slučaju nesreće (standardizirana uputa za sve vrste prijevoza, na jeziku koji razumije posada vozila, a prijevoznik ju je dužan osigurati svojim vozačima),
- 3) Certifikat o osposobljenosti vozača (vozač mora proći obuku u ovlaštenoj ustanovi i izraditi certifikat u Ministarstvu prometa),
- 4) Certifikat o ispravnosti vozila (za vozila tipa EXII, EXIII, FL, OX, AT i MEMU u ovlaštenim stanicama za tehnički pregled),
- 5) Potvrde o pojedinim pregledima vozila (tehnički pregledi, pregledi kočnica, periodički pregledi),
- 6) Dodatno osiguranje i odobrenje za prijevoz (odobrenja moraju postojati za prijevoz eksploziva (klasa 1) i prijevoz radioaktivnih tvari (klasa 7) od nadležnih ministarstava). [21]

4.5.2. Obveze glavnih sudionika

Sudionici u procesu prijevoza opasnih tvari su:

- pošiljatelj,
- pakiratelj,
- punitelj,
- vlasnik ili korisnik teretnog prostora,
- utovaritelj,
- prijevoznik i
- primatelj.

Obveze pošiljatelja: pošiljatelj smije predati opasne tvari na prijevoz ako:

- je to prema odredbama međunarodnog ugovora dopušteno,
- je izdano odobrenje za prijevoz opasnih tvari za koje je takvo odobrenje potrebno,
- je upakirana ili punjena u ambalažu koja udovoljava zakonskim uvjetima,
- je udovoljeno odredbama o načinu prijevoza, zajedničkom utovaru, rukovanju, čuvanju, čišćenju i dekontaminaciji te drugim odredbama međunarodnog ugovora,

- vozilo odnosno prijevozna jedinica udovoljava zakonskim uvjetima,
- su vozaču odnosno, osobi koja obavlja prijevoz uručene propisane prateće isprave prema odredbama međunarodnog ugovora te prema potrebi, odobrenja za prijevoz,
- su primijenjene druge mjere sigurnosti sukladno odredbama međunarodnog ugovora. [23]

Ako pošiljatelj koristi usluge drugih sudionika (pakovanje, utovar, punjenje, itd.), mora poduzeti odgovarajuće mjere osiguranja da je pošiljka sukladna zahtjevima u ADR-u. Organizator prijevoza dužan je osigurati ispunjavanje svih uvjeta.

Obveze pakiratelja su:

- poštivati odredbe o pakiranju,
- poštivati odredbe o znakovima upozorenja, natpisima, oznakama, listicama za označavanje opasnosti kod pripreme paketa,
- poštivati druge mjere sigurnosti sukladno odredbama međunarodnog ugovora. [23]

Obveze punitelja su:

- prije punjenja opasnih tvari u teretne prostore namijenjene za prijevoz opasnih tvari provjeriti jesu li teretni prostori te njihova oprema očišćeni i tehnički ispravni, je li istekao rok za sljedeću kontrolu cisterne, baterijske cisterne, demontabilne ili prenosive cisterne,
- teretne prostore vozila namijenjene za prijevoz opasnih tvari puniti samo opasnim tvarima koje se smiju prevoziti u tim teretnim prostorima ili cisternama,
- pri punjenju opasnih tvari u susjedne komore višedijelnog teretnog prostora, poštivati odredbe o opasnim tvarima koje se nalaze neposredno jedna pored druge,
- kod punjenja opasnih tvari u teretne prostore poštivati dopušteni stupanj punjenja odnosno, dopuštenu masu punjenja po litri zapremine,
- prije i nakon punjenja opasnih tvari u teretne prostore provjeriti nepropusnost naprave za ispušt,
- osigurati da se na vanjskoj strani teretnog prostora koju puni ne nalaze ostaci opasnih tvari,
- teretni prostor smije puniti samo na određenom, posebno uređenom mjestu za punjenje,
- poštivati i druge mjere sigurnosti sukladno međunarodnim ugovorima. [23]

Obveze vlasnika ili korisnika teretnog prostora su:

- poštivati odredbe o konstrukciji, opremi, kontroli i označavanju teretnog prostora,
- održavati teretni prostor i njihovu opremu sukladno odredbama međunarodnog ugovora,
- omogućiti izvanrednu provjeru teretnog prostora u slučaju događaja (preinaka, prepravka, popravak nakon nesreće i sl.) koji bi mogao utjecati na njezinu sigurnost,
- poštivati druge mjere sigurnosti u skladu s odredbama međunarodnog ugovora. [23]

Obveze utovaritelja su:

- započeti utovar kada su ispunjeni svi uvjeti za prijevoz opasnih tvari,
- poštivati odredbe o zabrani zajedničkog utovara i o razdvajanju opasnih tvari od živežnih namirnica i stočne hrane,
- utovarivati opasne tvari samo na određenom i u tu svrhu opremljenom mjestu za utovar,
- poštivati druge mjere sigurnosti u skladu s odredbama međunarodnog ugovora. [23]

Obveze prijevoznika: prijevoznik smije prevoziti opasne tvari ako:

- je to dopušteno odredbama međunarodnog ugovora,
- posjeduje odobrenje za prijevoz opasnih tvari za koje je potrebno odobrenje za prijevoz,
- su opasne tvari pakirane u ambalaži koja udovoljava zakonskim uvjetima,
- su ispunjene odredbe o načinu prijevoza, zajedničkom utovaru, rukovanju i osiguranju opasnih tvari te čišćenju, otplinjavanju i dekontaminaciji teretnih prostora, te druge odredbe međunarodnog ugovora,
- vozilo udovoljava zakonskim uvjetima i tehnički je ispravno,
- je vozilo pravilno natovareno i opterećeno u skladu s najvećim dopuštenim količinama opasnih tvari u skladu s odredbama međunarodnog ugovora,
- su poštivane i druge mjere sigurnosti u skladu s odredbama međunarodnog ugovora i drugim propisima kojima se uređuje sigurnost prijevoza. [23]

Ako se pri prijevozu uoči povreda čime bi mogla biti ugrožena sigurnost prijevoza, pošiljku treba zaustaviti što prije. S prijevozom se može nastaviti tek kada je pošiljka ponovno u skladu s vrijedećim propisima. Nadležna tijela, ovlaštena za nastavak prijevoza, mogu izdati dozvolu za nastavak prijevoza.

Obveze primatelja su:

- u najkraćem mogućem roku preuzeti opasne tvari,
- očistiti vozilo i/ili teretni prostor i obaviti otplinjavanje ili dekontaminaciju i pobrinuti se da se nakon čišćenja, otplinjavanja ili dekontaminacije s vozila uklone znakovi upozorenja, natpisi, oznake i listice za označavanje opasnosti, ako je to propisano odredbama međunarodnog ugovora,
- istovariti opasne tvari samo na za to određenom i posebno opremljenom mjestu za istovar,
- poštivati i druge mjere sigurnosti u skladu s odredbama međunarodnog ugovora i drugim propisima kojima se uređuje sigurnost prijevoza. [23]

Obveza primatelja jest da ne odgađa prihvaćanje pošiljke ako za to nema iznimnih razloga, i da nakon istovara potvrdi kako su ispunjeni zahtjevi u ADR-u.

4.5.3. Sigurnosne odredbe

Opasne tvari smiju se ponuditi za prijevoz samo prijevoznicima koji su odgovarajuće poslovno registrirani. Područja u sklopu terminala za privremeno skladištenje, mjesta za privremeno skladištenje, parkirališta vozila, područja sidrišta i ranžirnih kolodvora koji se koriste za privremeno skladištenje za vrijeme prijevoza opasnih tvari, moraju se propisno osigurati, dobro osvijetliti, kad je moguće i potrebno, bez pristupa stanovništva. Svaki član posade vozila u kojemu se prevoze opasne tvari, za vrijeme prijevoza mora imati kod sebe ispravu za identifikaciju s fotografijom. [4]

U sigurnosni plan moraju biti uključeni najmanje sljedeći elementi:

- posebna raspodjela odgovornosti kvalificiranih osoba,
- registar opasnih tvari,
- pregled aktualnih djelovanja i procjena sigurnosnoga rizika, uključujući moguće zastoje ili privremeno međuskladištenje opasnih tvari tijekom intermodalnoga prijevoza ili pretovara,
- jasna izjava o poduzetim mjerama za smanjenje sigurnosnih rizika,
- učinkovit postupak kod sigurnosnih prijetnja, sigurnosnih prekršaja ili sigurnosnih nesreća,
- mjere osiguranja da prosljeđivanje obavijesti koje se odnose na prijevozni postupak bude ograničen samo na one koji moraju dobiti te obavijesti. [4]

4.5.4. Uzroci nesreća pri prijevozu opasnih tvari

Značajno obilježje prijevoza opasnih tvari je u višedisciplinarnosti, koja se sastoji od: poznavanja svojstava opasnih tvari, tehnologije prijevoza, postupanja pri nesrećama i otklanjanju šteta, stručne osposobljenosti kadrova za pripremu, manipulaciju, prijevoz, opremanja prijevoznih sredstava, pravilno obilježavanje opasnih tvari i vozila.

Kada se razmatra opasni transportni supstrat u prometnom sustavu RH prosječno se dnevno obavlja transport od cca 59 tisuća tona opasnih tvari, od čega: 49 tisuća tona zapaljivih tekućina, 8 tisuća tona plinova, 207 tona otrovnih tvari, 43 tone eksplozivnih tvari i 2 tisuće tona ostalih opasnih tvari. [14]

Kod nesreće u prometnom sustavu pojavljuju se problemi:

- pretakanja tekućine ili plina iz prevrnutih vozila,
- neodgovarajući priključci, odnosno ne posjedovanje odgovarajućih pumpi za pretakanje,
- nedovoljan broj adekvatnih autocisterni,
- nedostatka auto dizalica s vozačem itd.

Najčešći mogući uzroci nesreća s opasnim tvarima su ljudska greška ili propusti u radu, nestručno rukovanje s opasnom tvari, neuvažavanje statičkog elektriciteta u tehnološkom procesu, kvar na opremi i postrojenju, neodgovarajući prijevoz opasne tvari, prometna nesreća te teroristički napad na objekte. [23]

Prema statističkim podacima MUP-a više od 85% nesreća uzrokovano je ljudskim čimbenikom. Opasne tvari i u minimalnim količinama mogu predstavljati opasnost za okoliš te život i zdravlje ljudi. Kada je cestovni promet u pitanju, najčešće su krivci neprofesionalni odnosno nedovoljno educirani i neiskusni vozači koji ne poštuju elementarna pravila kao što su smanjena, odnosno brzina prilagođena uvjetima vožnje, nedovoljan razmak među vozilima, nepažljivo pretjecanje, no krivci za nesreću nerijetko su i umor, pa čak i alkoholiziranost vozača. Opasnost prilikom prijevoza opasnih tvari cestom vreba i zbog lošeg stanja u kojem se nalaze ceste.

Preventivne mjere sigurnosti i postupak u slučaju nezgode ili nesreće dužni su provoditi svi sudionici u prijevozu s obzirom na vrstu predvidljivih opasnosti, poduzeti sve potrebne mjere kako bi se spriječila nezgoda ili nesreća, odnosno kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri umanjile posljedice nezgode ili nesreće. U slučaju opasnosti, odnosno u slučaju nezgode ili nesreće sudionici pri prijevozu dužni su odmah obavijestiti Državnu upravu za zaštitu i spašavanje (112), te dati sve potrebne podatke nužne za poduzimanje odgovarajućih mjera. Prijevoznik, pošiljatelj, primatelj i organizator prijevoza moraju surađivati međusobno i s ovlaštenim osobama nadležnih tijela s ciljem razmjene podataka o potrebi poduzimanja odgovarajućih sigurnosnih i preventivnih mjera, te postupaka pri nezgodi ili nesreći. [23]

U slučaju nesreće ili neželjenog događaja koji mogu nastati ili proizići tijekom prijevoza, članovi posade vozila moraju sigurno i učinkovito obaviti sljedeće:

- aktivirati kočni sustav, zaustaviti motor i isključiti akumulator preko glavne strujne sklopke,
 - spriječiti izvor zapaljenja, osobito tinjanje ili zagrijavanje spojeva električne opreme,
 - obavijestiti o neželjenom događaju nadležne službe, davanjem što je moguće više podataka o incidentu ili nesreći i tvarima koje su uključene,
 - koristiti obuču, upozoravajući prsluk i postaviti samostojeće signalne oznake prema potrebi,
 - predati prijevozne dokumente odgovornim osobama,
 - ne šetati ili dirati po rasutim tvarima i spriječiti udisanje dima, prašine i para stajanjem od smjera vjetra,
 - kada je učinkovito i sigurno koristiti vatrogasne aparate u slučaju požara na gumama, kočnicama i motornom dijelu,
 - požare u teretnim prostorima ne smiju gasiti članovi posade vozila,
 - kada je učinkovito i sigurno, koristiti sigurnosnu opremu za sprječavanje propuštanja i otjecanja tekućina u okoliš ili kanalizacijski sustav i spriječiti razlijevanje,
 - udaljiti se od mjesta nesreće ili neželjenog događaja, savjetovati i pomoći drugim osobama da se udalje od nesreće i slijediti upute nadležnih službi o neželjenom događaju,
 - ukloniti svu kontaminiranu odjeću i korištenu zaštitnu opremu na sigurno.
- [4]

Nakon nezgode prijevoznik je dužan organizirati da se prosuta odnosno izlivena opasna tvar pokupi, odstrani i smjesti na za to određeno mjesto ili ju na drugi način učiniti bezopasnom.

4.5.5. Tvari koje ne smiju biti prihvaćene za prijevoz

- tvari klase 3 koje su sklone blagomu stvaranju peroksida (kao što se događa s eterima ili određenim heterocikličnim tvarima opskrbljenima kisikom), ne smiju biti prihvaćene za prijevoz ako sadržaj peroksida, izračunat kao vodikov peroksid (H_2O_2), prelazi 0,3 posto.
- kemijski nestabilne tvari klase 3 ne smiju biti prihvaćene za prijevoz ako se ne poduzmu potrebni koraci da se spriječi opasno raspadanje ili polimerizacija u prijevozu. U tom smislu, treba posebno osigurati da posude i spremnici ne sadrže tvari koje su sklone poticanju reakcije.
- tekući desenzibilizirani eksplozivi, ne smiju biti prihvaćeni za prijevoz kao tvari klase 3. [4]

5. ANALIZA UČINKOVITOSTI PROCESA PRIJEVOZA NAFTNIH DERIVATA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Unutar analize učinkovitosti će biti analiziran proces prijevoza aviogoriva, a dostava se vrši Ininim vozilima. INA, prodaje oba potrebna tipa aviogoriva: mlazno gorivo i aviobenzin, čija je kvaliteta na traženoj razini, tako da se Ininim gorivima bez problema mogu služiti sve aviokompanije koje koriste hrvatske aerodrome.

Analizirat će se itinerar kretanja prijevoznog sredstva te svaki pojedini obrt. Također će biti objašnjeni ostvareni prijevozni učinci i biti će provedena analiza vremenske, prostorne i kapacitivne učinkovitosti djelovanja prijevoznih sredstava.

Prijevozni supstrat u primjerima će biti mlazno gorivo (aviokerozin). To je gorivo namijenjeno samo mlaznim motorima, a ne motorima s unutarnjim izgaranjem, jer razvija ogromnu temperaturu. Zbog toga avioni na nebu ostavljaju vidljivi bijeli trag iz ispuha. [31]

5.1. Svojstva mlaznih goriva

Aviokerozini su ugljikovodici sa specifičnom težinom između 0,800 do 0,820 pri 20°C. Najvećim dijelom su laki parafini s točkom leđišta ispod -60°C.

Osnovni uvjeti koje moraju zadovoljavati su:

- postojanost pri niskim tlakovima (koji vladaju na 12.000–20.000 metara),
- pri izgaranju stvarati što veći potisak,
- ne smiju sadržavati sumpor radi korozije uređaja motora,
- da se lako pretaču iz rezervoara u rezervoar,
- da rad motora bude osiguran od požara,
- moraju zadovoljavati veliki raspon radnih temperatura. [31]

Gorivu se dodaju razni aditivi, npr. radi sprječavanja pjenjenja prilikom nadopune goriva u zrakoplov ili nagle promjene visine leta dodavaju se razni inhibitori za pjenjenje. Pumpe visokog pritiska stvaraju statički elektricitet nastao trenjem slojeva goriva, što se sprječava uzemljenjem i dodavanjem sredstva za povećanje elektro-provodljivosti. Kod nas se upotrebljava mlazno gorivo na bazi petroleja JET A-1. Inino gorivo za mlazne motore jet A-1 otprema se u strogo namjenskim autocisternama, vagonskim cisternama i tankerima, dok skladišta zračnih luka trebaju biti konstruirana i opremljena specijalnom opremom za prihvata, skladištenje i isporuku goriva u zrakoplov, sukladno zahtjevima međunarodnih normi u civilnom zračnom prometu. [31]

5.2. Prikaz itinerara kretanja prijevoznih sredstava

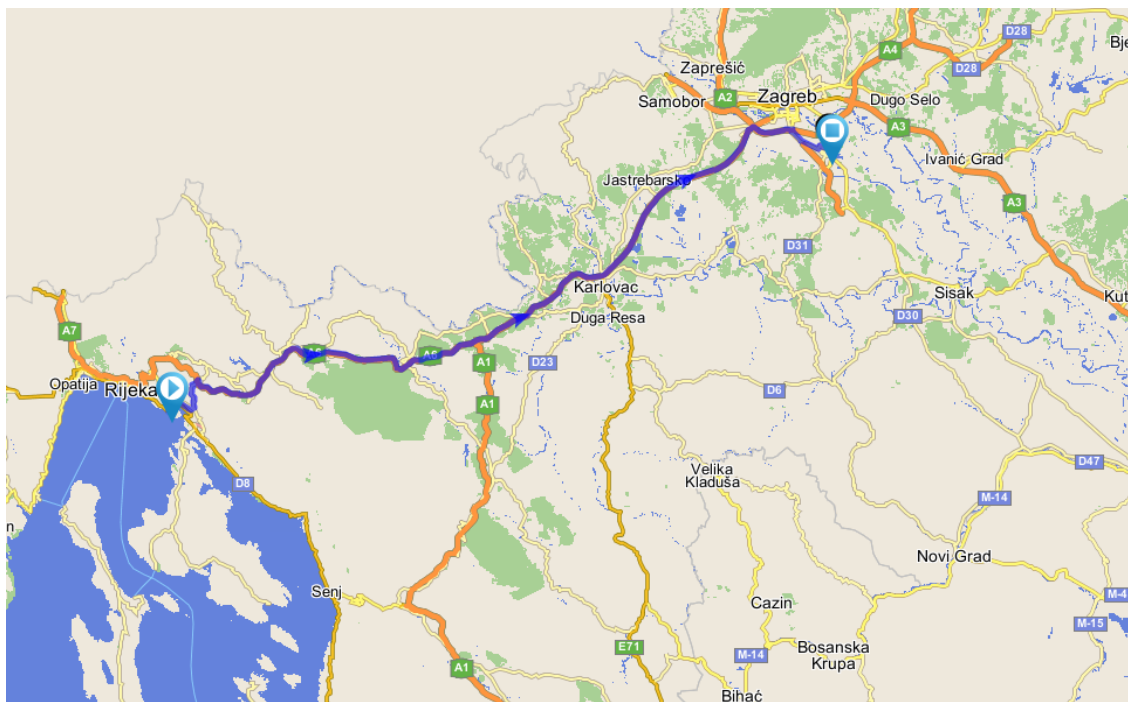
INA već dugi niz godina opskrbljuje zrakoplove na sedam najvećih domaćih aerodroma - Zagreb, Split, Dubrovnik, Zadar, Krk, Pula i Osijek. Od navedenih aerodroma, pet je smješteno na obali, u blizini najvećih turističkih destinacija.

Inin zadatak je osigurati dovoljne količine kvalitetnog goriva za sve zrakoplove koji se njima koriste, što znači i raspolagati dovoljnim skladišnim kapacitetima te cisternama i ostalom opremom, kao i dovoljnim brojem osposobljenih kadrova. S namjenom sigurne i redovite opskrbe, INA raspolaže vlastitim skladišnim kapacitetima u svim navedenim zračnim lukama, osim u Dubrovniku, koji su u vlasništvu tamošnje zračne luke. [32]

Opskrba domaćih aerodroma se vrši iz rafinerije nafte Rijeka, koja je također u vlasništvu INA d.d. Koriste se cisterne za prijevoz mlaznih goriva koja su u vlasništvu INE i imaju kapacitet 35.000 litara. Normalna brzina punjenja mora iznositi 2.300 litara u minuti za jednu utakačku ruku, a ne smije prekoračiti vrijednost od 2.500 litara u minuti. Kad terminal radi punim kapacitetom, dozvoljeno je da sustav za prikupljanje para na utovarnom mostu, uključujući i uređaj za rekuperiranje, može proizvoditi maksimalni protutlak od 55 milibara, mjeren na priključku sustava za prikupljanje para na strani autocisterne.

Prijevoz robe vrše kvalificirani vozači motornog vozila koji posjeduju položen ispit za upravljanje motornim vozilima C i E kategorije, posjeduju uvjerenje o nekažnjavanju, imaju položen ispit za prijevoz i rukovanje opasnim tvarima (ADR) i minimalno 3 godine iskustva u prijevozu opasnih tvari u cestovnom transportu. [32]

Rafinerija nafte Rijeka smještena je na Urinju, a zauzima 3,5 četvorna kilometra priobalnog područja Kostrene i Bakra, 12 kilometara južno od Rijeke, najkraće i najpogodnije veze srednje Europe i Mediterana.



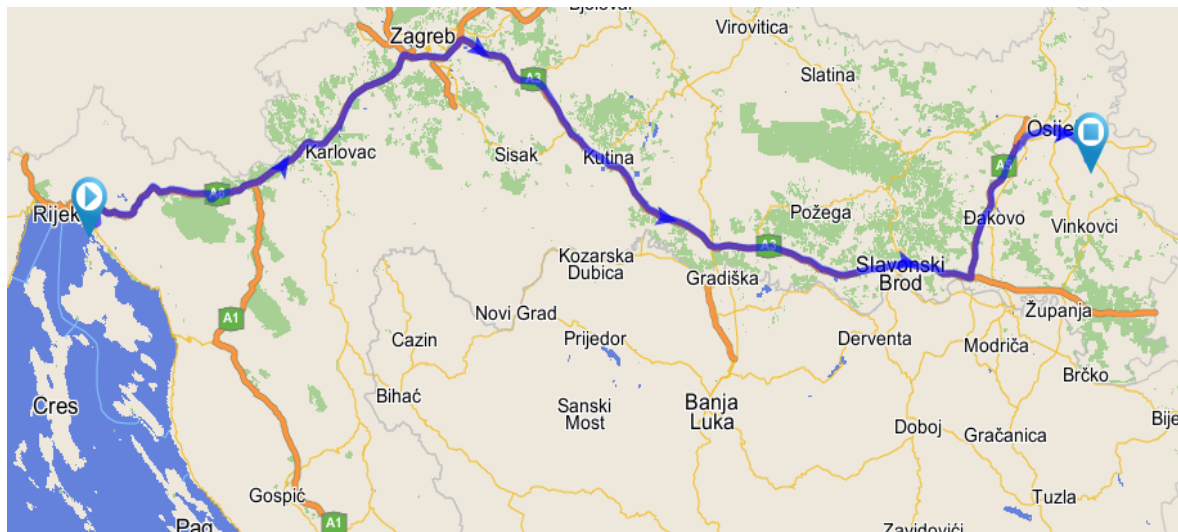
Slika 21. Prikaz prijevoznog puta prvog obrta, [33]

U Tablici 1 prikazan je itinerar pri prvom obrtu.

Tablica 1: Itinerar pri prvom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Međunarodna zračna luka Zagreb	Ulica Rudolfa Fizira 1, Velika Gorica, Zagreb

Izvor: [32]



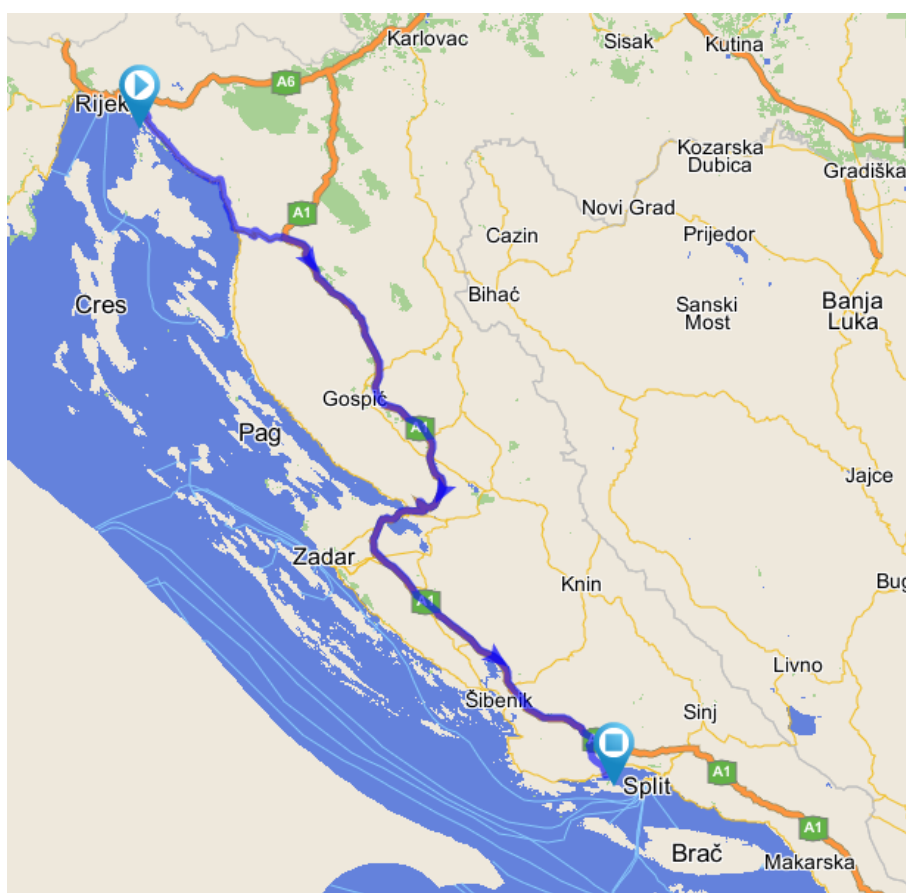
Slika 22. Prikaz prijevoznog puta drugog obrta, [33]

U Tablici 2 prikazan je itinerar pri drugom obrtu.

Tablica 2: Itinerar pri drugom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Osijek	Vukovarska ulica 67, Klisa, Osijek

Izvor: [32]



Slika 23. Prikaz prijevoznog puta trećeg obrta, [33]

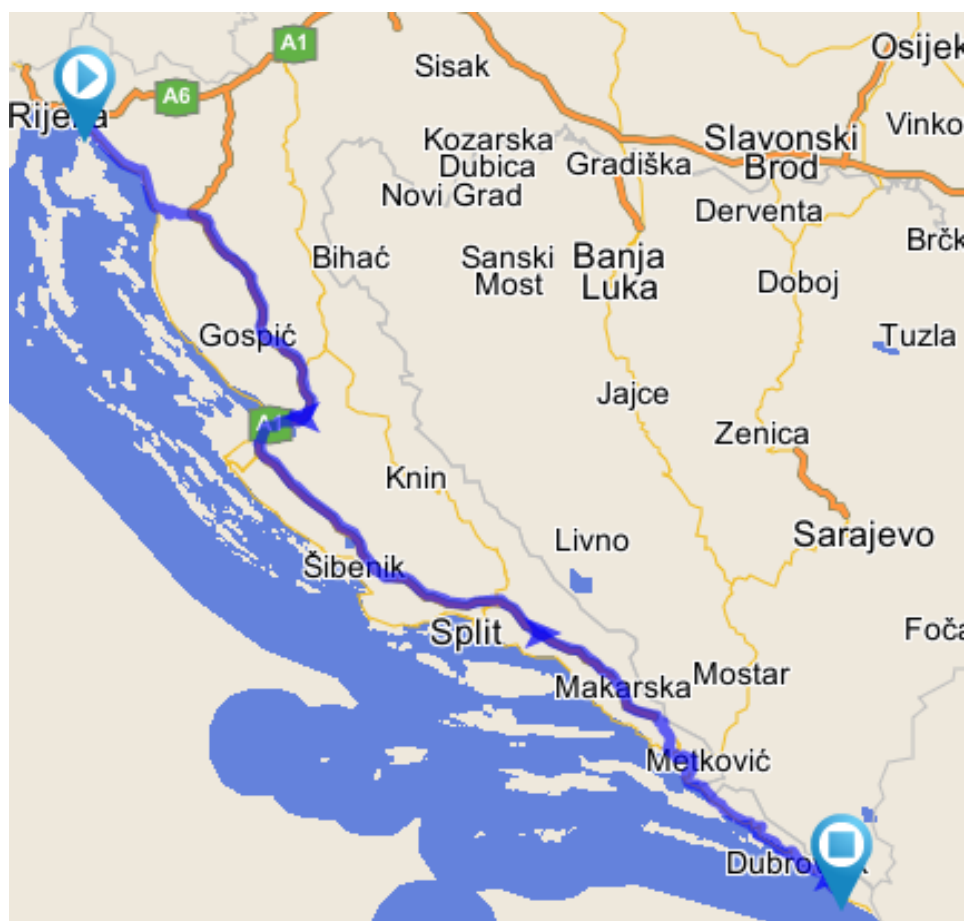
U Tablici 3 prikazan je itinerar pri trećem obrtu.

Tablica 3: Itinerar pri trećem obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Split	Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić

Izvor: [32]

Zračna luka Split smještena je na samom izlazu iz grada Kaštela u smjeru Trogira. Od Splita je udaljena 20, a od Trogira 6 km.



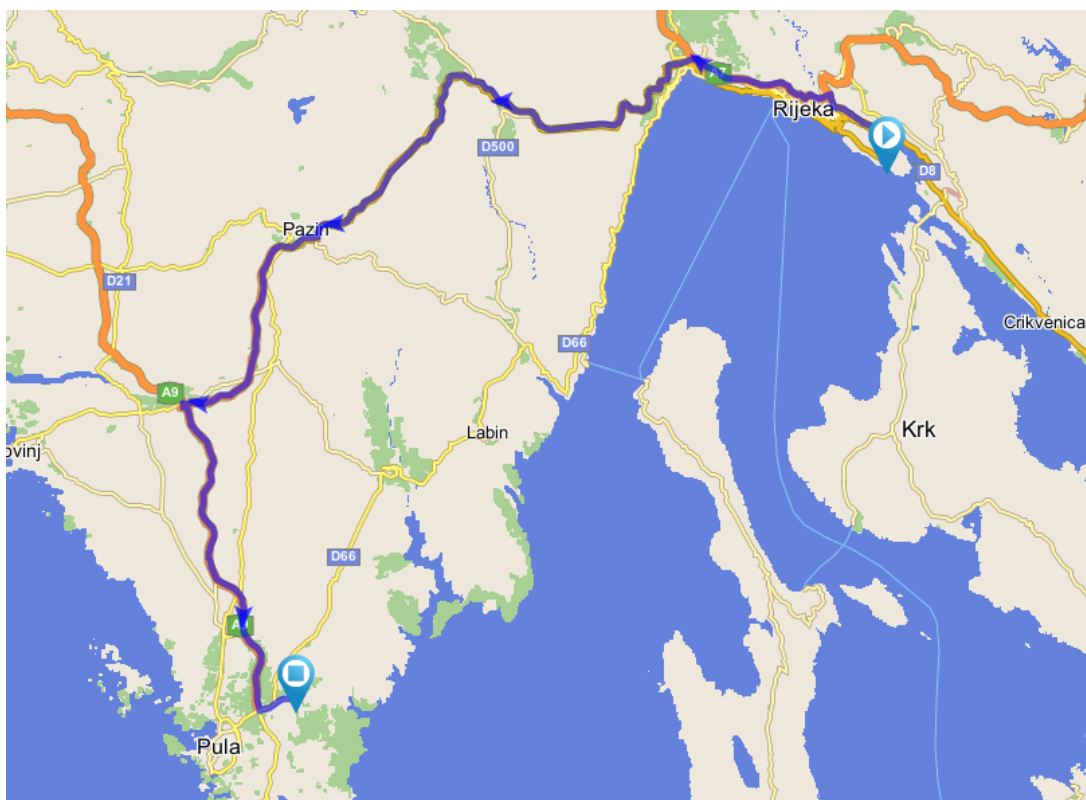
Slika 24. Prikaz prijevoznog puta četvrtog obrta, [33]

U Tablici 4 prikazan je itinerar pri četvrtom obrtu.

Tablica 4: Itinerar pri četvrtom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Dubrovnik	20213 Čilipi, Dubrovnik

Izvor: [32]



Slika 25. Prikaz prijevoznog puta petog obrta, [33]

U Tablici 5 prikazan je itinerar pri petom obrtu.

Tablica 5: Itinerar pri petom obrtu

Redni broj	Naziv tvrtke	Adresa
1.	Rafinerija nafte Rijeka	Industrijska 26, Urinj, Rijeka
2.	Zračna luka Pula	Valtursko polje 210, Ližnjan, Pula

Izvor: [32]

5.3. Detaljna analiza pojedinih procesa – obrta

Tablično su prikazati hodogrami svakog pojedinog procesa – obrta, redni broj aktivnosti, vrijeme trajanja aktivnosti, količina robe, udaljenost (prijevoza) i brzina kretanja vozila.

Tablica 6: Analiza procesa obrta T_{o1}

Prvi obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka - Ulica Rudolfa Fizira 1, Zagreb	V _{nu} p i V _n	t [min]	q [l]	L [km]	V _p [km/h]	t _{vn} t _{ui} t _v [min]	L _n L _t L _p [km]	
Garaža (p. nulta vožnja) t _{vn G_u1}	V _n	5	0	1,0	12,00	140	169,0	4.950.000,00
Izvorište (ukrcaj)	u1	20	30.000	0,0	0,00	40	165,0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	140	30.000	165,0	70,71	140	0,0	
Odredište (iskrcaj)	i1	20	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) t _{vn i1_G}	V _n	135	0	168,0	74,67			
Ukupno		320	30.000	334,0				4.950.000,00

Izvor: [32]

Na prvom obrtu prevoziti će se 30.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinjska, Rijeka, do zračne luke Zagreb u Ulica Rudolfa Fizira 1, Velika Gorica, Zagreb. U ovom obrtu pređeno je 334 km te je ostvaren učinak od 4.950.000,00 lkm.

Tablica 7: Analiza procesa obrta T_{o2}

Drugi obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka- Vukovarska ulica 67, Osijek	V _{nu} p i V _n	t [min]	q [l]	L [km]	V _p [km/h]	t _{vn} t _{ui} t _v [min]	L _n L _t L _p [km]	
Garaža (p. nulta vožnja) t _{vn G_u1}	V _n	5		1,0	12,00	330	461,0	
Izvorište (ukrcaj)	u1	15	25.000	0,0	0,00	30	450,0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	330	25.000	450,0	81,82	330	0,0	
Odredište (iskrcaj)	i1	15	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) t _{vn i1_G}	V _n	325	0	460,0	84,92			
Ukupno		690	25.000	911,0				11.250.000,00

Izvor: [32]

Na drugom obrtu prevoziti će se 25.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinjska, Rijeka, do zračne luke

Osijek na adresi Vukovarska ulica 67, Klisa, Osijek. U ovom obrtu pređeno je 911 km te je ostvaren učinak od 11.250.000,00 lkm.

Tablica 8: Analiza procesa obrta T_{03}

Treći obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka - Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić	V _{nU} p i V _n	t [min]	q [l]	L [km]	V _p [km/h]	t _{v_n} t _{ui} t _v [min]	L _n L _t L _p [km]	
Garaža (p. nulta vožnja) t _{vn G_u1}	V _n	5		1,0	12,00	260	351,0	
Izvorište (ukrcaj)	u1	12	20.000	0,0	0,00	25	335,0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	240	20.000	335,0	83,75	240	0,0	
Odredište (iskrcaj)	i1	13	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) t _{vn i1_G}	V _n	255	0	350,0	82,35			
Ukupno		525	20.000	686,0				6.700.000,00

Izvor: [32]

Na trećem obrtu prevoziti će se 20.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinjska, Rijeka, do zračne luke Split na adresi Cesta dr. Franje Tuđmana 1270, Kaštel Štafilić, Osijek. U ovom obrtu pređeno je 686 km te je ostvaren učinak od 6.700.000,00 lkm.

Tablica 9: Analiza procesa obrta T_{04}

Četvrti obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak
Industrijska 26, Rijeka - 20213 Čilipi, Dubrovnik	V_{nu} p $i \quad V_n$	t [min]	q [l]	L [km]	V_p [km/h]	t_{v_n} t_{ui} t_v [min]	L_n L_t L_p [km]	U [lkm]
Garaža (p. nulta vožnja) $t_{v_n \, G_{u1}}$	V_n	5		1,0	12,00	495	571,0	19.775.000,00
Izvorište (ukrcaj)	$u1$	25	35.000	0,0	0,00	53	565,0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p1$	480	35.000	565,0	70,63	480	0,0	
Odredište (iskrcaj)	$i1$	28	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) $t_{v_n \, i1_{G}}$	V_n	490	0	570,0	69,80			
Ukupno		1028	35.000	1.136,0				19.775.000,00

Izvor: [32]

Na četvrtom obrtu prevoziti će se 35.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinjska, Rijeka, do zračne luke Dubrovnik na adresi 20213 Čilipi, Dubrovnik. U ovom obrtu pređeno je 1.136 km te je ostvaren učinak od 19.775.000,00 lkm.

Tablica 10: Analiza procesa obrta T_{05}

Peti obrt (jednostavni)	aktivnost	vrijeme	teret	put	brzina	vrijeme	put	učinak U [lkm]
Industrijska 26, Rijeka - Valtursko polje 210, Pula	V _{nU} p i V _n	t [min]	q [l]	L [km]	V _p [km/h]	t _{v_n} t _{ui} t _v [min]	L _n L _t L _p [km]	
Garaža (p. nulta vožnja) t _{vn G_u1}	V _n	5		1,0	12,00	135	131,0	
Izvorište (ukrcaj)	u1	15	25.000	0,0	0,00	30	125,0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	125	25.000	125,0	60,00	125	0,0	
Odredište (iskrcaj)	i1	15	0	0,0	0,00			
Garaža (z. nulta vožnja) t _{vn i1_G}	V _n	130	0	130,0	60,00			
Ukupno		290	25.000	256,0				3.125.000,00

Izvor: [32]

Na petom obrtu prevoziti će se 25.000 litara gorivo za mlazne motore jet A-1 na relaciji od Rafineraja nafte Rijeka - Industrijska 26, Urinj, Rijeka, do zračne luke Pula na adresi Valtursko polje 210, Ližnjan, Pula. U ovom obrtu pređeno je 256 km te je ostvaren učinak od 3.125.000,00 lkm.

5.4. Pokazatelji i koeficijenti djelovanja prijevoznih sredstava

Informacije o uspješnosti djelovanja prijevoznih sredstava mogu upozoravati na subjektivne slabosti nositelja operativnog procesa, ali i na slabosti uvjetovane objektivnim ograničenjima, stoga se analizom pokazatelja rada prijevoznih sredstava mogu detektirati, a potom eventualno i otkloniti poremećaji u odvijanju prijevoznih procesa. [16]

Koeficijenti vremenske analize djelovanja prijevoznih sredstava su:

- koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava,
- koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava,
- koeficijent angažiranosti ispravnih prijevoznih sredstava i
- koeficijent iskorištenja vožnje. [34]

Koeficijenti analize prijeđenog puta prijevoznih sredstava su:

- koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod teretom i
- koeficijent nultog prijeđenog puta.

Koeficijenti statičkog opterećenja su:

- koeficijent statičkog opterećenja nazivne nosivosti i
- koeficijent dinamičkog opterećenja nazivne nosivosti. [34]

5.4.1. Koeficijenti vremenske analize α_{ad} i α_v

Prijevozna se sredstva tijekom dana nalaze na radu ili izvan radnog procesa. Prijevozna sredstva koja nisu na radu mogu biti u smještajnom prostoru (garaži) ako za njih nema posla, ili mogu biti u garaži radi otklanjanja neispravnosti, odnosno na popravku. Koeficijenti (α_{AD} i α_v) nam pokazuju postotni omjer trajanja rada u jednome danu. [34]

Koeficijent angažiranosti prijevoznog sredstva tijekom dana (α_{AD}), pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva i ukazuje na udio broja radnih sati angažiranog prijevoznog sredstva u odnosu na sveukupno knjigovodstveno vrijeme. [34]

Koeficijent iskorištenja radnog vremena u funkciji vožnje (α_v), pokazatelj je vremenske analize djelovanja prijevoznog sredstva koji ukazuje na udio vremena (sati) što ga vozilo provodi u vožnji u odnosu na ukupno radno vrijeme istog vozila. Kao predmet obrade može se uzeti vožnja od izvora – polazišta do cilja (jednostavna vožnja), vožnja od izvora do cilja s ponavljanjem faza prijevoznih procesa (složena vožnja) i vožnja od polazišta do povratka u polazište (vožnja s povratkom), što se smatra obrtajem prijevoznog sredstva. [34]

Osim praćenja angažiranosti prijevoznog sredstva za navedena tri pojma (jednostavnu vožnju, složenu vožnju i vožnju s povratkom), prati se i koeficijent iskorištenja vremena na radu za jedno i za sva prijevozna sredstva, i to ne samo u danu, nego i u operativnim dijelovima planskog razdoblja. [16]

Tablica 11: Vrijednosti koeficijenata (α_{ad} i α_v)

$\alpha_{ad} = \Sigma Hr / 24 \times \Sigma Dr =$	0,283	$\alpha_{av} = \Sigma Hv / \Sigma Hr =$	0,937
$\alpha_{ad1} = Hr / 24 \times Dr =$	0,222	$\alpha_{av1} = Hv / Hr =$	0,875
$\alpha_{ad2} = Hr / 24 \times Dr =$	0,239	$\alpha_{av2} = Hv / Hr =$	0,955
$\alpha_{ad3} = Hr / 24 \times Dr =$	0,364	$\alpha_{av3} = Hv / Hr =$	0,952
$\alpha_{ad4} = Hr / 24 \times Dr =$	0,357	$\alpha_{av4} = Hv / Hr =$	0,948
$\alpha_{ad5} = Hr / 24 \times Dr =$	0,201	$\alpha_{av5} = Hv / Hr =$	0,896

Vrijednosti koeficijenata (α_{ad}) pokazuju kako je pojedinačna (po obrtima) angažiranost prijevoznih sredstava dosta mala u odnosu na ukupno knjigovodstveno vrijeme, što znači da vozilo više vremena provede u garaži nego na radu.

Vrijednosti koeficijenata (α_v) pokazuju da iskorištenje radnog vremena u funkciji vožnje za sve obrte vrlo veliko, odnosno da se na utovar i istovar ne gubi puno vremena.

5.4.2. Koeficijenti prijeđenog puta β i β_n

Tijekom angažiranosti prijevoznog sredstva, ono ostvaruje određeni prijevozni učinak. Taj učinak ovisi o više čimbenika. Jednu skupinu čine objektivni čimbenici, a uvjetovani su tehničkim značajkama vozila i stanjem infrastrukture. Drugu skupinu čine tzv. subjektivni čimbenici koje bi trebalo pridružiti organizaciji rada. Sa stajališta iskorištenosti nazivne nosivosti, optimalan je onaj prijevozni proces u kojemu je postignuta puna iskorištenost nazivne nosivosti. To se u praksi rijetko događa, češće je prijevozno sredstvo podkapacitirano, prekapacitirano ili uopće nije opterećeno. Ako prijevozno sredstvo nije opterećeno, tada ostvaruje samo djelomične učinke. [16]

U praksi se pojavljuje i prekapacitirano prijevozno sredstvo, uz uvjerenje da se time ostvaruje i veći ukupni učinak. To međutim uglavnom nije tako, jer prekapacitiranost izaziva i negativne učinke na prijevoznom sredstvu koji su teško mjerljivi i obično se naknadno očituju. [34]

Proces kretanja sa stajališta iskorištenja prijeđenog puta, pri čemu prijevozno sredstvo u prijevoznom procesu ostvaruje:

- prijevozni put od smještajnog do operativnog prostora
- prijevozni put na relaciji prijevoza
- prijevozni put od operativnog prostora (ili prijevozne relacije) do smještajnog prostora. [34]

Sa stajališta djelovanja prijevoznog sredstva poželjno je analizirati sve faze kretanja. U procesu prijevoza koji se ponavlja, elementi (L_t - put koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem) i (L_p – put koji je prijevozno sredstvo prešlo bez tereta na relaciji prijevoza) povećavaju se u apsolutnom iznosu približno proporcionalno tijekom vremena. Pritom opada udio prvog (L_{01} – udaljenost od smještajnog prostora do mjesta ukrcaja) i zadnjeg (L_{02} – udaljenost/put koju prijevozno sredstvo prijeđe od završetka procesa prijevoza do povratka u mjesto smještaja) elementa. [34]

Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta β je udio prijeđenog puta koji je prijevozno sredstvo prešlo pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put. Koeficijent β ukazuje na iskorištenje prijeđenog puta pod teretom, bez obzira u kojoj mjeri je iskorištena nazivna nosivost. [16]

Koeficijent iskorištenja nultog prijeđenog puta β_n određuje udio nultog prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu, odnosno koliki put vozilo prijeđe od/do smještajnog objekta u odnosu na ukupni put tijekom radnog vremena. [34]

Tablica 12: Vrijednosti koeficijenata (β i β_N)

$\beta = \Sigma L_t / \Sigma L =$	0,493	$\beta_n = \Sigma L_n / \Sigma L =$	0,507
$\beta_1 = L_t / L =$	0,494	$\beta_{n1} = L_n / L =$	0,506
$\beta_2 = L_t / L =$	0,493	$\beta_{n2} = L_n / L =$	0,507
$\beta_3 = L_t / L =$	0,488	$\beta_{n3} = L_n / L =$	0,512
$\beta_4 = L_t / L =$	0,497	$\beta_{n4} = L_n / L =$	0,503
$\beta_5 = L_t / L =$	0,488	$\beta_{n5} = L_n / L =$	0,512

Iskorištenje prijeđenog puta pod teretom je približno 50% za svaki pojedinačni obrt, što znači da vozilo obavlja praznu povratnu vožnju koja je ujedno i nulta vožnja.

Nulti prijeđeni put je mali jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka, ali vozilo na kraju svakog obrta obavlja praznu povratnu vožnju koja se ubraja pod nulti prijeđeni put. Trebalo bi organizirati da vozilo na povratku obavi prijevoz još neke robe kako bi se povećala iskoristivost prijeđenog puta.

5.4.3. Koeficijenti iskorištenja nazivne nosivosti γ_s i γ_d

Koeficijent statičkog iskorištenja nazivne nosivosti (γ_s) prijevoznog sredstva je količnik stvarnog i dopuštenog (nazivnog) opterećenja. λ predstavlja broj vožnji s teretom po obrtu (u ovom slučaju $\lambda = 1$). [34]

U praksi se promatra za cijeli vozni park, te je potrebno naglasiti da su veoma rijetki ili uopće ne postoje potpuno homogeni ustroji u kojih bi sva prijevozna sredstva bila iste nosivosti, barem ne u uvjetima djelovanja autoprijevozničkih organizacija javnog prometa. Takvo stanje uvjetuje da se i tu pronalaze neki čimbenici kojima bi trebalo procijeniti koeficijent statičkog opterećenja za homogeni ustroj i dobiti njegovu prosječnu vrijednost. [34]

Koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti (γ_d) prijevoznog sredstva je količnik ostvarenog inajvećeg mogućeg prijevoznog učinka. To znači da za razliku od koeficijenta statičnog iskorištenja nazivne nosivosti koji se dobiva s pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti uključuje se ne samo stvarno prevezenu robu, nego i udaljenosti na kojima se roba prevozi. [34]

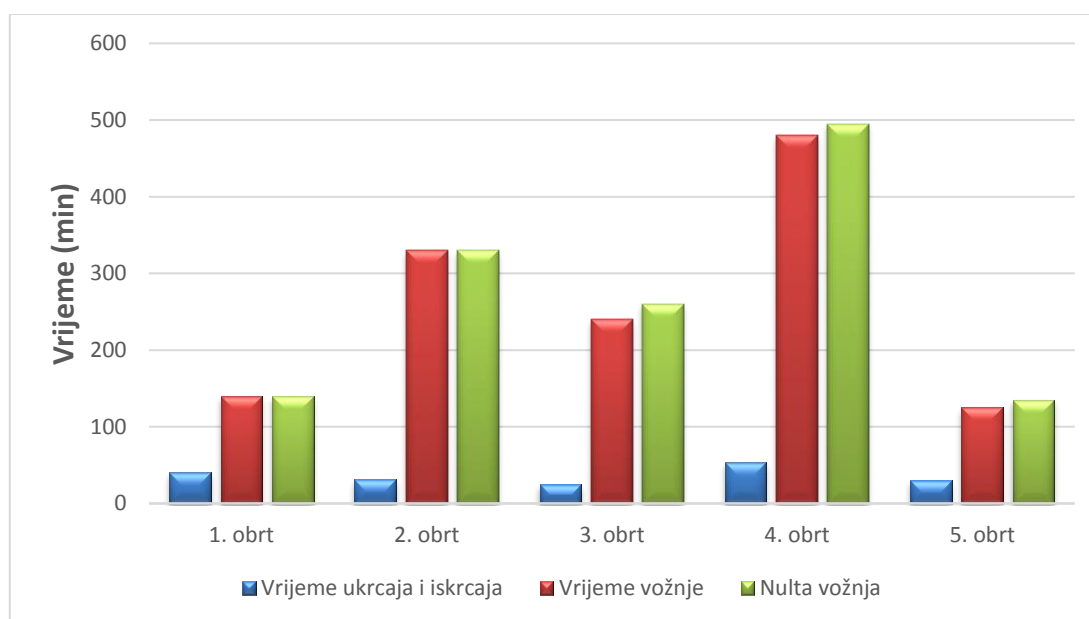
Tablica 13: Vrijednosti koeficijenata (γ_s i γ_d)

$\gamma_s = \Sigma Q / \Sigma q_n \times \lambda =$ 0,771	$\gamma_d = \Sigma U / \Sigma q_n \times L_t =$ 0,798
$\gamma_{s1} = Q / q_n \times \lambda =$ 0,857	$\gamma_{d1} = U / q_n \times L_t =$ 0,857
$\gamma_{s2} = Q / q_n \times \lambda =$ 0,714	$\gamma_{d2} = U / q_n \times L_t =$ 0,714
$\gamma_{s3} = Q / q_n \times \lambda =$ 0,571	$\gamma_{d3} = U / q_n \times L_t =$ 0,571
$\gamma_{s4} = Q / q_n \times \lambda =$ 1,000	$\gamma_{d4} = U / q_n \times L_t =$ 1,000
$\gamma_{s5} = Q / q_n \times \lambda =$ 0,714	$\gamma_{d5} = U / q_n \times L_t =$ 0,714

Koeficijent statičkog iskorištenja nazivne nosivosti ima najveću vrijednost u četvrtom obrtu zbog najveće količine prevezenog tereta. Ukupna vrijednost koeficijenata statičkog iskorištenja nazivne nosivosti je 77,1% i to je pokazatelj dobre iskorištenosti mogućeg opterećenja. Ta vrijednost može se dodatno povećati korištenjem manjeg prijevoznog sredstva kod zahtjeva za manje robe ili da se prevozi veća količina tereta.

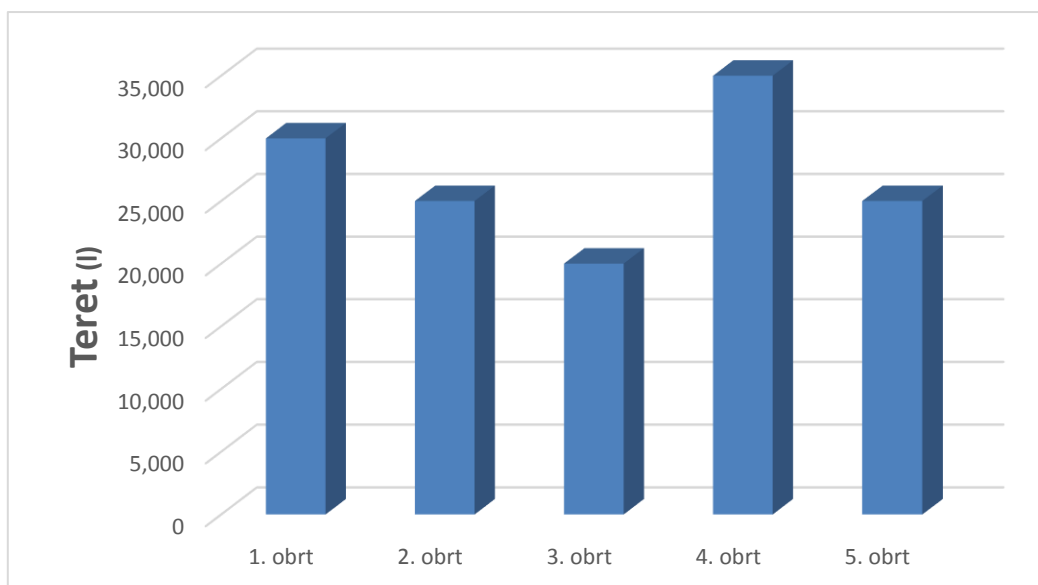
Vrijednosti koeficijenata dinamičkog iskorištenja nazivne nosivosti podudaraju se s vrijednostima prethodno navedenog koeficijenta. Najveća vrijednost ovog koeficijenta je u četvrtom obrtu zbog najveće količine prevezenog tereta, dok je najmanja u trećem obrtu zbog male količine prevezenog tereta bez obzira što je veća udaljenost vožnje nego u prvom i petom obrtu.

5.5. Prikaz rezultata djelovanja prijevoznih sredstava

Grafikon 1: Prikaz vremena vožnja, ukrcaja i iskrcaja

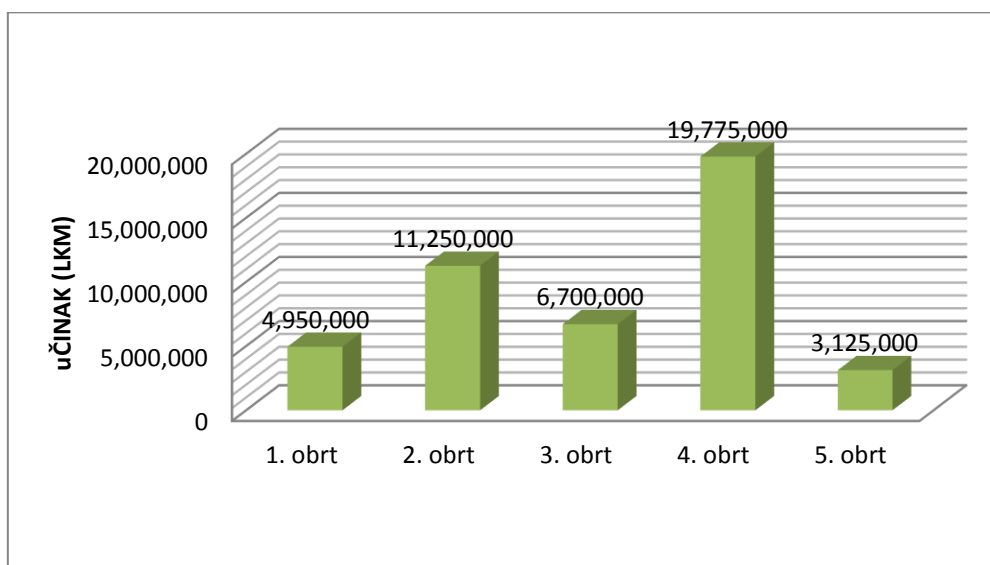
Iz grafikona 1. vidljivo je da je vrijeme ukrcaja i iskrcaja robe kratko, a to pozitivno utječe na cijeli proces jer vozilo može više vremena provesti u vožnji. Vrijeme nulte vožnje na početku prijevoznog procesa je kratko, jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka. Vozilo na kraju svakog obrta obavlja praznu povratnu vožnju koja se ubraja pod nultu vožnju, pa shodno tome nulta vožnja čini nešto više od polovine ukupnog vremena rada. Trebalo bi organizirati da vozilo na povratku obavi prijevoz još neke robe kako bi se povećala iskoristivost prijađenog puta i smanji vrijeme nulte vožnje.

Grafikon 2: Prikaz prevezenog tereta



Grafikonom 2. prikazan je prevezeni teret pri svih pet obrta, te se može uočiti da je najviše tereta prevezeno u četvrtom obrtu a najmanje pri trećem. Ukupna vrijednost iskorištenja nazivne nosivosti je 77,1 % i to je pokazatelj optimalne iskorištenosti mogućeg opterećenja. Ta vrijednost može se povećati korištenjem manjeg prijevoznog sredstva ili da se prevozi veća količina tereta.

Grafikon 3: Prikaz ostvarenog učinka



Iz grafikona 3. vidljivo je da je najveći ostvareni učinak pri četvrtom obrtu. U odnosu na ostale obrte prevezena je najveća količina tereta (35.000 litara) i pređen je najveći put (1.136 km) te je shodno tome ostvaren učinak od 19.7750.000,00 [lkm].

6. ZAKLJUČAK

Opasne tvari na temelju njihove prirode, odnosno svojstva i stanja, mogu biti opasne za javnu sigurnost ili red. Otrovnost tvari uzrokuje smrt i narušavanje zdravlja udisanjem, gutanjem i dodirivanjem s kožom.

Opasne tvari, od mjesta proizvodnje do mjesta uporabe, moraju biti brižno pripremljene za transport radi sigurnosti ljudskih života i materijalnih dobara. Ta priprema osigurava se odgovarajućim pakiranjem. Uz pakiranje, važno je da svi sudionici u prijevozu opasnih tvari moraju biti educirani i osposobljeni za prijevoz opasnih tvari. Također, moraju biti svjesni da bi moguća nesreća pri prijevozu, utovaru i istovaru opasnih tvari mogla uzrokovati ozbiljne posljedice po njihovo zdravlje, zdravlje ostalih sudionika u prometu te po okoliš. Stoga je od velike važnosti da se svi radni procesi obavljaju sukladno propisima. Od velike je važnosti pridržavanje svih propisa, pogotovo onih koji se odnose na pravilno označavanje vozila s opasnom robom, jer se na taj način informiraju svi sudionici prometa.

Sa stajališta povećanja sigurnosti u prometu bilo bi poželjno da se svi sudionici (vozači) u prometu kvalitetno educiraju kako bi bolje shvatili opasnosti koje se pojavljuju dok voze iza ili ispred vozila koja prevoze opasne tvari. Samim time svi bi vozili s povećanim oprezom i na taj način bi se smanjila mogućnost pojave nesreće s čime bi se izbjeglo stradanje i uzrokovanje onečišćenja okoliša.

Nakon provedenog istraživanja može se zaključiti da cestovni promet nije na razini sigurnosti prijevoza koji imaju željeznički i pomorski promet, ali to je razumljivo s obzirom na različite uvjete, okolinu, složenost procesa, moguće smetnje i režime rada. Bez obzira na to, promet opasnih tvari cestovnim putem prevladava, ne samo u RH već i puno šire. Promet opasnih tvari u RH čini petinu ukupnog robnog prometa, a stanje sigurnosti odvijanja prijevoza za sada nije na zadovoljavajućoj razini u pogledu razvijenosti infrastrukture mreže i pogledu prilagodbe propisa vezanih uz provođenje i kontrolu procesa prijevoza.

Smjernice razvoja sustava prijevoza opasnih tvari su povezani sa stratezijskim ciljevima razvoja intermodalnog prometa. Primjenom takve vrste prijevoza znatno bi se povećala sigurnost u prijevozu robe, ali i cijelom prijevoznom procesu. Također bi se smanjio negativan učinak na okoliš, ubrzao prijevozni proces i povećala pouzdanost prijevoza. Za razvoj prijevoza opasnih tvari, osim prilagodbe i razvoja infrastrukturne mreže, nužna je izgradnja logističkih robno-transportnih središta u sučeljima različitih prometnih grana. Potrebna je prilagodba suvremenih tehnologija transporta i manipulacije roba, koje će parirati zahtjevima interoperabilnosti.

S ciljem učinkovitog upravljanja prometnim sustavom, nužna je uspostava kvalitetnog informatičkog okruženja. Postojeći sustavi nisu na potrebnoj razini ako se želi povećati sigurnost u ovoj vrsti prijevoza. Prijevoz opasnih tvari predstavlja rizik za ljude i okoliš pa bi sustavski pristup u sklopu strategije razvoja intermodalnog transporta pridonio i svim sadržajima za ovaj segment robnog prometa.

Ozljede, smrtni slučajevi, velika materijalna šteta i štete na ekosustavima su uobičajene posljedice, a ukupni iznosi šteta, koje nastaju su vrlo velike. Interes svakog društva je smanjiti štete i štetne posljedice na najmanju moguću mjeru. To se može postići analizom i određivanjem potencijalnih opasnosti u svim fazama prijevoza opasnih tvari.

Iz analize više primjera procesa prijevoza goriva za mlazne motore jet A-1, može se zaključiti sljedeće: vremensko trajanje obrta je bilo očekivano obzirom na prometnu brzinu i duljinu prijevoza, i to ponajviše zahvaljujući brzom vremenu punjenja cisterne; prosječni ostvareni prijevozni učinak je 9.160.000,00 [lkm] što je približno polovica od mogućega, a prosječni prijeđeni put je 664,6 km. Iskorištenje radnog vremena u funkciji vožnje za sve obrte je vrlo veliko, odnosno na utovar i istovar se ne gubi puno vremena što je rezultat dobro razvijene tehnologije punjenja.

Nulti prijeđeni put je mali jer je udaljenost između garaže i skladišta relativno kratka i to je velika prednost pri ovoj vrstama prijevoza, gdje vozilo prijevoz započinje tek nakon punjenja s tekućinom koju prevozi. Vozilo na kraju svakog obrta obavlja praznu povratnu vožnju (koja se ubraja pod nulti prijeđeni put) i to umanjuje mogući učinak prijevoza. Ako se želi povećati efikasnost i maksmizirati iskorištenje prijevoznog sredstva, odnosno svih kapaciteta, treba organizirati da vozilo na povratku obavi prijevoz još neke robe ako je to moguće.

Iz dobivenih vrijednosti iskorištenja nazivne nosivosti, statičkog i dinamičkog, može se vidjeti da vozilo nikada ne prevozi maksimalnu količinu robe, te se time umanjuje ostvarni učinak i pojavljuju se gubici jer je to prijevozno sredstvo moglo obaviti neki drugi zadatak gdje bi bolje iskoristilo svoje kapacitete. Bolje iskorištenje svakog prijevoznog sredstva moguće je ostvariti u slučaju da prijevoznik raspolaže većim brojem prijevoznih sredstva, da ona nisu na nekom drugom zadatku i da posjeduje kvalitetno educirano osoblje koje može razraditi svaki prijevozni proces i pronaći rješenje kojim se ostvaruje maksimalno iskorištenje sredstva i maksimalni učinak.

Literatura

- [1] URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=5878>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [2] Aurer-Jezerčić, I.: *Razvrstavanje opasnih tvari i opasnog otpada prema odredbama ADR– a (I. dio)*, Sigurnost i zaštita na radu, 2015.
- [3] URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?ID=7312>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [4] Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu (ADR- prilozi A i B) (NN 3/13)
- [5] URL: <https://goo.gl/xrac2n>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [6] URL: <http://www.hvz.hr/opasnost-od-lako-zapaljivih-tekucina-plinova-i-prasina/>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [7] Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: *Tehnološki procesi organske industrije*, Kemijsko-tehnološki fakultet sveučilišta u Splitu, Split, akademska godina 2011./2012.
- [8] URL: <https://goo.gl/afO1LI>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [9] URL: <https://goo.gl/CWWg7y>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [10] URL: <http://www.tifon.hr/default.aspx?id=44>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [11] URL: <https://goo.gl/ujDPpz>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [12] URL: <http://www.prometna-zona.com/opasni-tvari-u-prometu/>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [13] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: Osnove tehnologije prometa, nastavna cjelina tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, akademska godina 2011./2012.
- [14] Rajsman, M.: *Tehnologija cestovnog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [15] Županović, I.: *Tehnologija cestovnog prijevoza*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [16] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: Osnove tehnologije prometa, nastavna cjelina tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, akademska godina 2014./2015.
- [17] URL: http://www.mgipu.hr/doc/Prostorno/IDSPU_RH_2013.pdf, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [18] URL: http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_06_57_1854.html, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [19] Lovrić, D., Steiner, S., Budimir, D.: *Mjere unaprjeđenja prometa opasne robe u Hrvatskoj*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [20] URL: <https://goo.gl/4j8i6Y>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [21] Aurer-Jezerčić, I.: *Pakiranje i prijevoz opasnih tvari prema odredbama ADR-a (II. dio)*, Sigurnost i zaštita na radu, 2015.
- [22] URL: <https://goo.gl/m11sas>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [23] Mulić, Š., Benković, Ž.: *Prijevoz opasnih tvari*, Stručni rad, 2009.
- [24] URL: <https://goo.gl/5HAXDL>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [25] Kocijan, S.: *Sigurnost pri prijevozu opasnih tvari*, IPOZ, Zagreb, 2000.
- [26] URL: <https://goo.gl/s9rM1S>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)

- [27] URL: <https://goo.gl/6fVyKL>, (pristupljno: kolovoz 2016.)
- [28] URL: <http://www.hvz.hr/prijevoz-opasnih-radnih-tvari/>, (pristupljeno: kolovoz 2016)
- [29] URL: <http://www.mppi.hr/>, (pristupljeno: kolovoz 2016)
- [30] Šegović, A. : *Prijevoz opasnih tvari cestom*, Zagreb, 2004.
- [31] INA katalog goriva 2014.
- [32] URL: <http://www.ina.hr/default.aspx?id=88>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [33] URL: <http://maps.mireo.hr/GelinX/>, (pristupljeno: kolovoz 2016.)
- [34] Protega, V.: Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, akademska godina 2014./2015.

Popis slika

Slika 1. Struktura ADR-a	6
Slika 2. Oznaka klase 3.....	9
Slika 3. Proces prerade nafte.....	11
Slika 4. Udio potrošnje naftnih derivata u ukupnoj potrošnji resursa	14
Slika 5. Prevrtanje i izljevanje cisterne	15
Slika 6. Kategorije požara	16
Slika 7. Elementi tehnologije cestovnog prometa.....	17
Slika 8. Objekti infrastrukture u funkciji elemenata tehnologije prometa	19
Slika 9. Cestovni pravci za prijevoz opasnih tvari u Hrvatskoj.....	21
Slika 10. Robni terminal	23
Slika 11. Oznake ambalaže koje potvrđuju ispunjavanje ADR uvjeta	24
Slika 12. Kategorije tunela	26
Slika 13. Prometni znak za ograničavanje prijevoza kroz tunel na autocesti A1	27
Slika 14. Prikaz punjenja cisterni	28
Slika 15. AT vozila	31
Slika 16. Oprema za osobnu zaštitu	33
Slika 17. Označavanje vozila	33
Slika 18. Pločica opasnosti prema ADR-u.....	34
Slika 19. Primjeri listica opasnosti za sve klase prema ADR-u	35
Slika 20. ADR potvrda o obuci vozača u RH– iskaznica	37
Slika 21. Prikaz prijevoznog puta prvog obrta	48
Slika 22. Prikaz prijevoznog puta drugog obrta.....	48
Slika 23. Prikaz prijevoznog puta trećeg obrta	49
Slika 24. Prikaz prijevoznog puta četvrtog obrta	50
Slika 25. Prikaz prijevoznog puta petog obrta	51

Popis tablica

Tablica 1: Itinerar pri prvom obrtu	48
Tablica 2: Itinerar pri drugom obrtu.....	49
Tablica 3: Itinerar pri trećem obrtu	49
Tablica 4: Itinerar pri četvrtom obrtu	50
Tablica 5: Itinerar pri petom obrtu	51
Tablica 6: Analiza procesa obrta T_{o1}	52
Tablica 7: Analiza procesa obrta T_{o2}	52
Tablica 8: Analiza procesa obrta T_{o3}	53
Tablica 9: Analiza procesa obrta T_{o4}	53
Tablica 10: Analiza procesa obrta T_{o5}	54
Tablica 11: Vrijednosti koeficijenata (α_{ad} i α_v)	55
Tablica 12: Vrijednosti koeficijenata (β i β_N)	57
Tablica 13: Vrijednosti koeficijenata (γ_s i γ_d)	58

Popis grafikona

Grafikon 1: Prikaz vremena vožnja, ukrcaja i iskrcaja	58
Grafikon 2: Prikaz prevezenog tereta	59
Grafikon 3: Prikaz ostvarenog učinka.....	60

METAPODACI

Naslov rada: Analiza učinkovitosti procesa prijevoza opasnih tvari u cestovnom prometu

Student: Tomislav Hundrić

Mentor: Mr. sc. Veselko Protega

Naslov na drugom jeziku (engleski): Efficiency Analysis of Road Transport Processes of Dangerous Goods

Povjerenstvo za obranu:

- Izv. prof. dr. sc. Marijan Rajsman predsjednik
- Mr. sc. Veselko Protega mentor
- Dr. Hrvoje Pilko član
- Doc. dr. sc. Danijela Barić zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Cestovni promet

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Promet (npr. Promet, ITS i logistika, Aeronautika)

Datum obrane završnog rada: **13.09.2016.**

Napomena: pod datum obrane završnog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih
znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada

pod naslovom **Analiza učinkovitosti procesa prijevoza opasnih tvari u**

cestovnom prometu

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, _____ 4.9.2016 _____

(potpis)